ОБЩАЯ ПСИХОЛОГИЯ
ТЕКСТЫ

СУБЪЕКТ ПОЗНАНИЯ

ТОМ 3 / КНИГА 2



ОБЩАЯ ПСИХОЛОГИЯ

Тексты
В трех томах

Том 3

Субъект познания

Книга 2

Редакторы-составители:

Ю. Б. Дормашев
С. А. Капустин
В. В. Петухов

Издание третье, исправленное и дополненное

Рекомендовано УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки (специальностям) ГОС ВПО 030300 «Психология», 030301 «Психология», 030302 «Клиническая психология»; направлению подготовки ФГОС ВПО 030300 «Психология» и специальности 030401 «Клиническая психология»

Москва
Когито-Центр
2013

УДК 159.9
ББК 88.3
О 28

Рецензенты:

Иванников В.А., член-корреспондент РАО, доктор психологических наук, заслуженный профессор МГУ
Романов В.Я., кандидат психологических наук, ведущий научный сотрудник, заслуженный преподаватель МГУ

О 28 **Общая психология.** Тексты: В 3 т. Т. 3: Субъект познания. Книга 2 / Ред.-сост.: Ю.Б. Дормашев, С.А. Капустин, В.В. Петухов. М.: Когито-Центр, 2013. – 592 с.

УДК 159.9
ББК 88.3

ISBN 978-5-89353-384-2 (т. 3, кн. 2)

Курс общей психологии – фундаментальный для образования психологов всех специальностей, как исследователей, так и практиков. Трехтомное собрание оригинальных психологических текстов, дополняющее любой базовый учебник по темам и вопросам, определяющим структуру и содержание общей психологии, предназначено для проведения семинарских занятий по этому курсу и самообразования. Большинство текстов написано авторитетными философами, учеными и авторами учебников, имеющими мировое признание.

В третьем томе представлен раздел «Субъект познания», который посвящен психологии познания человеком окружающего мира. Он состоит из четырех книг. В этой книге представлены тексты по темам: «Экспериментальные исследования ощущения и восприятия» и «Экспериментальные исследования мышления и речи».

Данное учебное пособие подготовлено сотрудниками факультета психологии МГУ имени М.В. Ломоносова для студентов и преподавателей факультетов психологии университетов, а также других высших учебных заведений, в которых изучается психология. Многие тексты этой книги вызовут интерес и у широкого круга читателей.

В оформлении обложки использована схема лабиринта из дерна, расположенного в парке Боутона (Англия).

ISBN 978-5-89353-384-2 (т. 3, кн. 2)
ISBN 978-5-89353-376-7

Содержание

Предисловие ... 7

Тема 17. Экспериментальные исследования ощущения и восприятия

Часть 1. Психофизика и измерение ощущений

Вопрос 1. Пороги ощущений. Чувствительность. Субсенсорный диапазон. Методы измерения порогов. Косвенное измерение ощущений. Закон Фехнера

Энген Т.
[Методы измерения порогов ощущений] ... 11
Гершуни Г.В.
О количественном изучении пределов действия неощущаемых звуковых раздражений ... 28
Шиффман Х.
Подпороговое восприятие ... 34
Макаров П.О.
[Закон Фехнера] ... 39
Фехнер Г.Т.
[Эстетическое предпочтение форм] ... 42

Вопрос 2. Методы прямого измерения ощущений. Закон Стивенса. Типы шкал. Методы шкалирования

Гласс Дж, Стэнли Дж.
[Измерение, типы шкал] ... 47
Стивенс С., Джелдард Ф.
[Методы измерения отношений. Шкала сонов] ... 55
Стивенс С.
Психофизика сенсорной функции ... 61
Вудвортс Р., Шлосберг Г.
Методы шкалирования ... 67

Вопрос 3. Основные положения теории обнаружения сигналов. Понятие сигнала, шума, критерия, чувствительности. Кривые РХП

Шиффман Х.
Теория обнаружения сигналов (ТОС) ... 73

Вопрос 4. Проблема перцептивной психофизики. Фурье-анализ зрительного восприятия как способ решения этой проблемы

Логвиненко А.Д.
[Понятие сенсорного оператора] ... 89
Шиффман Х.
Анализ пространственной частоты ... 91
Логвиненко А.Д.
Передаточная функция всей зрительной системы в целом ... 104

Часть 2. Факты, закономерности и результаты исследований ощущения и восприятия

Вопрос 1. Восприятие цвета. Основные субъективные характеристики цвета и их объективные корреляты. Адаптация. Явление Пуркинье. Виды контрастов. Законы смешения цветов. Цветовой круг и треугольник. Цветовое тело. Теории цветового зрения

Величковский Б.М., Зинченко В.П., Лурия А.Р.
Восприятие цвета 109
Глейтман Г., Фридлунд А., Райсберг Д.
Исследование ощущений 121
Кандинский В.В.
[Язык красок] 135
Люшер М.
[Цветовой тест Люшера] 153

Вопрос 2. Восприятие пространства. Признаки удаленности и глубины: окуломоторные, монокулярные (изобразительные), трансформационные, бинокулярные. Механизмы стереозрения: диспаратность, теоретический и эмпирический гороптер, зона Панума, стереограммы Юлеша

Шиффман Х.
Восприятие пространства: монокулярное и бинокулярное зрение 169
Величковский Б.М., Зинченко В.П., Лурия А.Р.
[Стереоскопические эффекты] 215
Раушенбах Б.В.
[Проблема изображения глубины на картинах посредством линейной перспективы] 217

Вопрос 3. Восприятие движения. Системы восприятия реального движения: изображение/сетчатка и глаз/голова. Теории восприятия стабильности видимого мира. Иллюзии восприятия движения: автокинетическое, стробоскопическое и индуцированное движение, эффект водопада. Восприятие времени

Грегори Р.
Зрительное восприятие движения 241
Шиффман Х.
Восприятие времени 259
Креч Д., Крачфилд Р., Ливсон Н.
[Восприятие времени и суждение о времени] 283

Вопрос 4. Константность восприятия. Определение, виды, процедура измерения, коэффициент константности. Ядерно-контекстная теория. Связь константности восприятия величины с признаками удаленности. Теория перцептивных уравнений. Инвариантные отношения в восприятии

Рок И.
[Константность восприятия] 286
Шиффман Х.Р.
[Константность восприятия размера и иллюзия луны] 298
Логвиненко А.Д.
Перцептивные взаимодействия и построение видимого мира 311

Вопрос 5. Экспериментальные исследования восприятия пространства, движения и константности восприятия в рамках экологической теории. Понятие зрительной кинестезии

Гибсон Дж.
[Экологический подход к изучению восприятия пространства, движения и константности восприятия] 321

Вопрос 6. Предметность восприятия. Виды оптических искажений. Исследования перцептивной адаптации к инвертированному зрению. Феномены псевдоскопического восприятия: их описание и объяснение. Правило правдоподобия. Создание искусственных органов чувств и формирование у слепых «кожного зрения»

Грегори Р.
[Исследования восприятия в условиях оптических искажений] 337
Логвиненко А.Д.
Инвертированное зрение 351
Компанейский Б.Н.
[Псевдоскопические эффекты] 361
Столин В.В.
Пространственная форма и предметность образа 367
Логвиненко А.Д.
Зрение без сетчатки 372
Шиффман Х.
Кожное зрение: система тактильно-визуального замещения 377

Вопрос 7. Установка в восприятии. Потребности и ценности как организующие факторы восприятия: экспериментальные исследования в школе «Новый взгляд». Кросскультурные исследования восприятия: особенности восприятия двумерных изображений в отдельных культурах

Брунер Дж.
Ценности и потребности как организующие факторы восприятия 382
Коул М., Скрибнер С.
Восприятие глубины на картинках 397

Тема 18. Экспериментальные исследования мышления и речи

Вопрос 1. Метод самонаблюдения и исследования мышления в вюрцбургской школе

Крогиус А.А.
[Вюрцбургская школа экспериментального исследования мышления] 404

Вопрос 2. Метод рассуждения вслух и его возможности для исследования мыслительного процесса. Построение родословного дерева решения задачи. Построение графа решения задачи

Дункер К.
Структура и динамика процессов решения задач (о процессах решения практических проблем) 408
Линдсей П., Норман Д.
Решение задач 421

Вопрос 3. Использование поведенческих и физиологических реакций для изучения мыслительного процесса. Понятие невербализованного операционального смысла. Эмоциональная регуляция мыслительной деятельности

Тихомиров О.К.
[Исследование процесса решения задач объективными методами] ... 437

Вопрос 4. Этапы творческого процесса. Факторы, влияющие на успешность решения задач. Исследования условий эффективности влияния наводящей задачи на решение основной

Вудвортс Р.
Этапы творческого мышления ... 461
Креч Д., Крачфилд Р., Ливсон Н.
Факторы, определяющие решение задач ... 465
Глейтман Г., Фридлунд А., Райсберг Д.
[Препятствия при решении мыслительных задач и способы их преодоления] ... 473
Леонтьев А.Н.
Опыт экспериментального исследования мышления ... 480
Рубинштейн С.Л.
Основная задача и метод психологического исследования мышления ... 487

Вопрос 5. Методы исследования понятий

Тихомиров О.К.
[Методы изучения понятий]. ... 495
Брунер Дж.
Стратегии приема информации при образовании понятий ... 501

Вопрос 6. Исследования процессов умозаключения и принятия решения

Андерсон Дж.
Умозаключение относительно условных высказываний ... 510
Глейтман Г., Фридлунд А., Райсберг Д.
Мыслительный процесс: рассуждение и принятие решения ... 515
Тверски А., Канеман Д.
Принятие решений в условиях неопределенности: правила и предубеждения ... 525

Вопрос 7. Восприятие и понимание речи

Глейтман Г., Фридлунд А., Райсберг Д.
[Понимание речи] ... 544
Андерсон Дж.
[Распознавание речи и понимание языка] ... 550

Вопрос 8. Язык и мышление. Гипотеза лингвистической относительности и детерминизма

Коул М., Скрибнер С.
Лингвистическая относительность: гипотеза Уорфа ... 571

Предисловие

Вторая книга тома «Субъект познания» посвящена экспериментальной психологии ощущения, восприятия, мышления и речи.

Как известно из истории психологии, экспериментальная, а значит научная, психология начиналась с исследований ощущения и восприятия. Эта тематика стала основной уже в первой психологической лаборатории, открытой В. Вундтом в 1875 г. в университете Лейпцига. Однако еще раньше, в 1860 г. вышла книга Г. Фехнера «Элементы психофизики», в которой была поставлена и решена задача измерения порогов ощущений. До этого о восприятии писали многие философы и физиологи. Возникло и успешно развивалось философское направление, получившее название сенсуализма, в котором единственным источником познания внешнего мира считалось ощущение. Сторонники рационализма, напротив, считали, что в процессах познания с самого начала участвуют априорные категории разума. В физиологию сенсорных процессов наиболее выдающийся вклад сделали И. Мюллер и Г. Гельмгольц. Можно сказать, что психологическое исследование познавательных процессов имеет два в равной мере важных корня — философский и естественнонаучный. Однако только Г. Фехнеру и В. Вундту удалось перейти от интересных и важных философских идей и физиологических данных к строгим психологическим экспериментам. При этом они использовали методические разработки физиологов.

Первые исследователи познавательных процессов считали, что в любой научной работе следует идти от простого к сложному — от ощущения к восприятию, и только затем к мышлению. Однако вскоре выяснилось, что эта простота только кажущаяся: в построении образа восприятия участвуют мышление, память, внимание и аффективно-волевые процессы. В. Вундт считал, что метод экспериментального самонаблюдения в исследованиях мышления не применим. Но представители вюрцбургской школы модифицировали его и стали изучать мышление в лаборатории. Огромный вклад в экспериментальные исследования как восприятия, так и мышления внесли гештальтпсихологи.

В настоящее время основные идеи, открытия и методы классической психологии восприятия и мышления вошли в арсенал современной когнитивной

психологии. Вместе с тем благодаря развитию компьютерной техники разработаны более тонкие методики экспериментального изучения познавательных процессов. В результате было получено множество новых данных, которые невозможно объяснить с позиций какой-то одной теории и даже подхода. Благодаря работам Д. Гибсона возник новый, экологический, подход к исследованию восприятия, для которого характерно проведение исследований в условиях, близких к естественным. В современных исследованиях мышления наблюдается возрастающий интерес к процессам творчества, тесно связанным с воображением и мотивацией. Это также потребовало определенного изменения в методах эмпирического исследования — чисто лабораторный и строго контролируемый эксперимент оказался явно недостаточным.

К настоящему времени в экспериментальной психологии ощущения, восприятия, мышления и речи разработан целый ряд оригинальных методик, получено много интересных и, можно сказать, красивых данных. В данной книге мы попытались представить наиболее важные и известные в мировой психологии факты и закономерности, а также лучшие образцы методик, с помощью которых они получены. Полностью оценить их значение для психологии можно только после прочтения первой книги данного тома, в которой представлены теоретические основы познавательных процессов. Методы и результаты исследований сенсорно-перцептивных процессов отражены в материалах к теме 17, а процессов мышления и речи — в текстах к теме 18. Некоторые из этих текстов заинтересуют не только психологов, но и художников, архитекторов, дизайнеров и других представителей творческих профессий.

В заключение подчеркнем, что экспериментальная психология ощущения, восприятия, мышления и речи является образцом строгого научного исследования, и в то же время она чрезвычайно интересна и увлекательна. Мы надеемся, что с этим согласятся и читатели данной книги.

Ю.Б. Дормашев
кандидат психологических наук, доцент

С.А. Капустин
кандидат психологических наук, доцент
(Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова, факультет психологии)

Тема 17

Экспериментальные исследования ощущения и восприятия

Область подлинных ощущений, пороги чувствительности, понятие субсенсорного диапазона. Методы измерения порогов и шкалирования ощущений. Психофизическая функция. Постулаты и законы классической психофизики. Основные положения и задачи современной психофизики. Пересмотр понятия порога в теории обнаружения сигнала. Рабочая характеристика приемника. Классическая и современная постановка проблемы восприятия пространства. Восприятие формы и законы перцептивной организации. Восприятие положения, размера и удаленности объектов. Закон угла зрения. Основные признаки удаленности. Восприятие глубины, рельефа, основные механизмы стереозрения. Движения наблюдателя и инварианты пространственного восприятия, понятие градиента. Экологическая оптика. Проблема и классические объяснения стабильности видимого мира. Восприятие реального движения в объективной и субъективной системах отсчета. Иллюзорное восприятие движения объектов. Феномены стробоскопического, индуцированного движения, автокинетический эффект и условия их возникновения. Иллюзия индуцированного движения наблюдателя. Процесс порождения перцептивного образа и проблема его экспериментального изучения. Изменения условий наблюдения объектов: их кратковременное предъявление, создание перцептивных конфликтов. Правила порождения предметных значений образа как решения перцептивной задачи: инвариантные соотношения и перцептивные уравнения. Феномены и закономерности псевдоскопического восприятия. Описание псевдоскопических трансформаций как решения системы перцептивных уравнений. Феномены инвертированного зрения и проблема перцептивной адаптации. Роль значений в порождении чувственной основы образов: феномены «кожного зрения».

Вопросы к семинарским занятиям

Часть 1. Психофизика и измерение ощущений

1. *Пороги ощущений. Чувствительность. Субсенсорный диапазон. Методы измерения порогов. Косвенное измерение ощущений. Закон Фехнера.*
2. *Методы прямого измерения ощущений. Закон Стивенса. Типы шкал. Методы шкалирования.*
3. *Основные положения теории обнаружения сигналов. Понятие сигнала, шума, критерия, чувствительности. Кривые РХП.*
4. *Проблема перцептивной психофизики. Фурье-анализ зрительного восприятия как способ решения этой проблемы.*

Часть 2. Факты, закономерности и результаты исследований ощущения и восприятия

1. *Восприятие цвета. Основные субъективные характеристики цвета и их объективные корреляты. Адаптация. Явление Пуркинье. Виды контрастов. Законы смешения цветов. Цветовой круг и треугольник. Цветовое тело. Теории цветового зрения.*
2. *Восприятие пространства. Признаки удаленности и глубины: окуломоторные, монокулярные (изобразительные), трансформационные, бинокулярные. Механизмы стереозрения: диспаратность, теоретический и эмпирический гороптер, зона Панума, стереограммы Юлеша.*
3. *Восприятие движения. Системы восприятия реального движения: изображение/сетчатка и глаз/голова. Теории восприятия стабильности видимого мира. Иллюзии восприятия движения: автокинетическое, стробоскопическое и индуцированное движение, эффект водопада. Восприятие времени.*
4. *Константность восприятия. Определение, виды, процедура измерения, коэффициент константности. Ядерно-контекстная теория. Связь константности восприятия величины с признаками удаленности. Теория перцептивных уравнений. Инвариантные отношения в восприятии.*
5. *Экспериментальные исследования восприятия пространства, движения и константности восприятия в рамках экологической теории. Понятие зрительной кинестезии.*
6. *Предметность восприятия. Виды оптических искажений. Исследования перцептивной адаптации к инвертированному зрению. Феномены псевдоскопического восприятия: их описание и объяснение. Правило правдоподобия. Создание искусственных органов чувств и формирование у слепых «кожного зрения».*
7. *Установка в восприятии. Потребности и ценности как организующие факторы восприятия: экспериментальные исследования в школе «Новый взгляд». Кросс-культурные исследования восприятия: особенности восприятия двумерных изображений в отдельных культурах.*

Часть 1. Психофизика и измерение ощущений

1 *Пороги ощущений. Чувствительность. Субсенсорный диапазон. Методы измерения порогов. Косвенное измерение ощущений. Закон Фехнера*

Т. Энген

[Методы измерения порогов ощущений]*

Сам Фехнер предложил три психофизических метода, которые вошли в психологию под именем основных методов. В литературе описываются и многие другие методы, но обычно они являются модификациями одного из этих трех методов. Эти основные методы сходны в одних отношениях и весьма различны в других. <...> Выбор того или иного метода чаще всего зависит от двух практических и технических соображений: 1) характер континуума стимулов, т.е. могут ли стимулы изменяться непрерывно (или по крайней мере очень малыми шагами) или же они могут быть предъявлены только в дискретном виде. Использование дискретного предъявления стимулов необходимо, например, при изучении вкуса и обоняния; 2) характер организации стимуляции, например, одновременное или последовательное предъявление пар стимулов. В этом смысле при исследовании зрения мы располагаем большей свободой, чем при исследовании слуха. Сначала очень коротко, а затем более подробно рассмотрим основные психофизические методы.

1. **Метод границ** (едва заметных различий, минимальных изменений или серийного исследования). Это самый прямой метод определения порога. При определении разностного порога экспериментатор изменяет сравниваемый стимул малыми шагами в восходящих и нисходящих рядах. Испытуемый при каждом изменении стимула должен сказать, меньше, равен или больше переменный стимул по сравнению со стандартным. В результате эксперимента определяются значения переменного стимула, соответствующие смене категории ответа. При определении абсолютного порога стандартный стимул не предъявляется и задача испытуемого состоит в том, чтобы отвечать, обнаруживает он стимул или нет.

2. **Метод установки** (средней ошибки, воспроизведения или метод подравнивания). При определении разностного порога испытуемый, как правило, сам подстраивает сравниваемый стимул, который может непрерывно изменяться, к

---

* Проблемы и методы психофизики / Ред. А.Г. Асмолов, М.Б. Михалевская. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. С. 107—116, 119—130.

стандарту, т.е. устанавливает такое значение переменного стимула, при котором он кажется равным стандарту. Эта процедура повторяется несколько раз, а затем вычисляется среднее значение и вариабельность установок испытуемого. Среднее значений подравниваний (установок) является прямым показателем точки субъективного равенства, а вариабельность подравниваний, допускаемая испытуемым, может быть использована для вычисления разностного порога. При определении абсолютного порога испытуемый неоднократно устанавливает такое значение переменного стимула, которое, по его мнению, является самым низким среди обнаруживаемых им стимулов. Среднее этих установок принимается за абсолютный порог.

3. **Метод постоянных раздражителей** (метод истинных и ложных случаев или метод частот). В этом методе используется несколько постоянных дискретных значений сравниваемого стимула. При определении разностного порога каждое из них сравнивается со стандартным стимулом много раз. Для каждого из значений сравниваемого стимула подсчитывается относительная частота разных ответов, например, ответов «меньше» и «больше». Если в опыте используются только две категории ответов, то испытуемый будет давать правильный ответ в половине случаев даже при одном только угадывании. Поэтому его разностный порог определяется как приращение или уменьшение величины сравниваемого стимула относительно стандартного, правильно оцениваемое им в 75% проб, т.е. посредине между 50% (случайная удача) и 100%. Это значение, соответствующее 75%, определяется интерполяцией или каким-либо другим из нескольких возможных статистических методов. Когда добавляется третья категория ответов типа «равно», «сомнительно» и тому подобное, метод постоянных раздражителей становится очень похож на метод границ. Метод постоянных раздражителей может быть использован также для измерения абсолютного порога. В этом случае стандартный раздражитель не применяется, а за абсолютный порог принимают такое значение сравниваемого стимула, который вызывает равное число ответов «да» и «нет».

Метод границ

Абсолютный порог

Процедура опыта и вычисления при определении нижнего порога высоты звука методом границ показаны в табл. 1 (взята у Титченера[1]). Испытуемый получает инструкцию отвечать «да», когда он слышит тон, и «нет», когда он его не слышит в течение определенного интервала времени, указываемого экспериментатором. Перед основным опытом следует провести несколько предварительных тренировочных проб, чтобы убедиться, что испытуемый усвоил процедуру опыта. Сло-

[1] См.: *Titchener E.B.* Experimental Psychology. N.Y. Macmillan, 1905. Vol. II. Quantitative.

весные инструкции трудно сделать краткими и ясными и часто они дают худшие результаты, чем предварительная тренировка.

Таблица 1

Определение порога раздражения методом границ: нижний предел восприятия высоты звука

Частота	Чередующиеся восходящие и нисходящие ряды									
Гц	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
24	Да									
23	Да									
22	Да		Да							
21	Да		Да							
20	Да		Да						Да	
19	Да		Да				Да		Да	
18	Да	Да	Да		Да		Да		Да	
17	Да		Да		Да		Да		Да	
16	Да	Да	Да		Да		Да		Да	
15	Да	Нет	Да	Да	Да	Да	Да		Да	Да
14	Нет	Нет	Нет	Нет	?[2]	Нет	?	Да	?	Нет
13		Нет		Нет		Нет		Нет		Нет
12		Нет		Нет		Нет		Нет		Нет
11		Нет		Нет		Нет		Нет		
10		Нет		Нет				Нет		
9				Нет				Нет		
8				Нет				Нет		
7				Нет				Нет		
1) L =	14,5	15,5	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5	13,5	14,5	14,5
M = 14,5			σ = 0,45							
2) Уср. L	15,0		14,5		14,5		14,0		14,5	
M = 14,5		σ = 0,32								

В первом столбце табл. 1 (читать сверху вниз) указаны ответы испытуемого на стимулы, предъявляемые в нисходящем ряду. Экспериментатор начинает этот ряд со сравниваемого стимула, равного 24 *Гц* и испытуемый отвечает «да». В каждой следующей пробе экспериментатор уменьшает частоту переменного стимула на 1 *Гц*, испытуемый продолжает давать положительный ответ до тех пор, пока частота переменного стимула не становится равна 14 *Гц*; тогда испытуемый отвечает «нет». Итак, порог лежит между 14 и 15 *Гц*. За порог принимается средняя точка — 14,5 *Гц* и эта величина L[3] записывается под первым столбцом как одно

[2] ? — «сомневаюсь» считается как изменение категории ответа.

[3] L — от лат. *Limen* — порог. — *Ред. источника.*

из значений абсолютного порога. Затем экспериментатор предъявляет стимулы в восходящем ряду, начиная с 10 *Гц*, т.е. значительно ниже только что измеренного порога и получает ответ «нет». Экспериментатор увеличивает частоту переменного стимула снова на 1 *Гц* в каждой пробе и получает положительный ответ при частоте 16 *Гц*. Таким образом, L = 15,5 *Гц*. Чередующиеся нисходящие и восходящие ряды повторяются возможно большее число раз или до тех пор, пока экспериментатор не убедится в относительном единообразии величины L. В последующих рядах он изменяет начальную точку, чтобы у испытуемого не формировались ложные представления. Трудно оценить околопороговые стимулы и даже добросовестный испытуемый может впасть в ошибку, руководствуясь каким-нибудь побочным признаком, который, по его мнению, облегчает выполнение задания.

Вычисление абсолютного порога по этим данным проводится следующим образом: величины RL могут быть усреднены (среднее арифметическое) тремя способами (два из них указаны внизу таблицы): 1) все отдельные величины L, указанные под верхней линией, суммируются и усредняются. Среднее значение — 14,5 *Гц* принимается за абсолютный порог. Среднее квадратичное отклонение этого распределения отражает вариабельность работы наблюдателя; 2) под второй линией приведены результаты усреднения каждой пары величин L, (одна из нисходящего, другая из следующего восходящего ряда). Эти усреднения делаются для того, чтобы получить средние в паре рядов значения L — Уср. L. Затем вычисляется среднее из этих средних. Значение абсолютного порога остается, разумеется, тем же, но среднее квадратичное отклонение будет меньше за счет исключения вариабельности, связанной с отдельными нисходящими и восходящими рядами; 3) все величины L в нисходящих рядах можно усреднить, чтобы получить значение абсолютного порога в нисходящем ряду[4]. Таким же образом усредняются все величины L в восходящих рядах. Окончательное значение абсолютного порога является средним арифметическим этих двух средних. Само собой разумеется, что его численное значение будет таким же, как и в двух предыдущих способах, хотя значения порогов в восходящих и нисходящих рядах могут быть разными из-за определенных «постоянных ошибок». ***Ошибкой привыкания*** является тенденция сохранять ответ «да» в нисходящих рядах или ответ «нет» в восходящих рядах. ***Ошибка предвосхищения*** (или ***ожидания***) имеет противоположный характер. Она связана с ожиданием перемены и, таким образом, сменой ответа «да» на ответ «нет» в нисходящем ряду и «нет» на «да» — в восходящем. Основная цель чередования нисходящих и восходящих рядов — сбалансировать любую из постоянных ошибок, если они возникают. Совпадение значений на шкале стимулов в восходящих и нисходящих рядах указывает на привыкание, а их расхождение — на предвосхищение (ожидание). Опыт и утомление оказывают противоположные влияния на результаты эксперимента,

[4] В отечественной литературе этот порог называется порогом исчезновения, а такой же порог в восходящем ряду — порогом появления ощущения. — *Ред. источника*.

их легко оценить, сравнивая первую и вторую половины общего количества предъявленных рядов. Более точно эти влияния можно изучить при помощи анализа вариабельности[5]. Оценкой достоверности абсолютного порога может служить стандартная ошибка среднего, вычисляемая по обычной формуле

$$\sigma_M = \frac{\sigma}{\sqrt{N-1}}$$

где σ — среднее квадратичное отклонение (стандартное отклонение) распределения значений L, а N — количество восходящих и нисходящих рядов. Что касается задачи испытуемого при определении абсолютного порога методом границ, то желательно, чтобы он ограничивался двумя категориями ответов, «да» и «нет», и пытался угадывать, когда он не уверен. Это делается для того, чтобы избежать ответа «сомнительно», внезапно появившегося в данных Титченера, приведенных в табл. 1. Это особенно важно отметить потому, что в современной психофизике нередко используются малотренированные испытуемые.

Разностный порог

В целом процедура измерения разностного порога такая же, как и абсолютного, но чаще используются три, а не две категории ответов. Гипотетические данные приведены в табл. 2. Для сравнения в каждой пробе предъявляются два стимула: переменный и стандартный. Для оценки переменного стимула по отношению к стандартному предписывается использовать три категории ответов, соответствующих исследуемой модальности, например, такие как «больше» (+), «меньше» (–) и «равны» (=). Инструкция обязывает испытуемого угадывать категорию ответа, когда он не может уверенно различать стимулы. В этом случае для определения значений L рекомендуется следующая процедура: в нисходящем ряду надо учитывать только первый переход от «плюса» к «равно» и первый переход от «равно» к «минусу». Точно так же в восходящем ряду учитывается первый переход от «минуса» к «равно» и от «равно» к «плюсу».

Экспериментатор начинает, как и в предыдущем примере, со стимула, значительно превышающего стандартный, и идет по нисходящему ряду. Когда сравнительный стимул становится равен 5, положительная оценка испытуемого сменяется на оценку «равно». Экспериментатор продолжает нисходящий ряд и первая оценка «минус» появляется на значении стимула, равном 3. Если разделить пополам шаговые интервалы[6], с которыми совпадает переход к другой категории ответа, то можно получить значения L для этого ряда: $L(+) = 5{,}5$ и $L(-) = 3{,}5$. Подсчеты в других столбцах показывают, как следует применять это правило в других рядах.

---

[5] См.: *Gullford J.P.* Psychometric methods. N.Y.: McGraw-Hill, 1954.

[6] Интервал изменения переменного стимула. — *Ред. источника.*

Для вычисления среднего по таблице в целом необходимо определить средние значения *L* (+) и *L* (–). Таким образом, весь диапазон сравниваемых стимулов будет разделен на две части: в верхней части преобладают положительные оценки, в нижней — отрицательные, а в средней остается ***интервал неопределенности*** (ИН), где чаще всего встречаются оценки «равно». Интервал неопределенности охватывает зону величиной в два разностных порога или е.з.р.: от «минуса» до «равно» и от «равно» до «плюса». А разностный порог, измеренный этим методом, определяется как ИН/2, т.е. 1,25/2 = 0,625. Это та физическая величина, добавление которой к стандартному стимулу (или уменьшение стандарта на эту величину) испытуемый всегда замечал бы, если бы не было константной ошибки. Средняя точка интервала неопределенности (равная (*L* (+) + *L* (–))/2 = (5,125 +3,875)/2 = 4,5) принимается за наиболее точную оценку ***точки субъективного равенства*** (ТСР). Теоретически это та точка, где с наибольшей вероятностью переменный стимул кажется равным стандартному или где число оценок «плюс» и «минус» одинаково. Как ни странно, точка субъективного равенства редко совпадает со стандартом. Если она расположена выше стандарта, то имеет место так называемая положительная ***константная ошибка*** (КО), если ниже стандарта, то отрицательная ошибка, как в последнем примере, где стандарт равен 5, а точка субъективного равенства — 4,5. Следует отметить, что эти константные ошибки уравновешиваются при вычислении разностного порога; иногда при исследовании восприятия они представляют интерес сами по себе.

Таблица 2

Определение разностного порога методом границ

Значения переменного раздражителя	Ответы в чередующихся нисходящих и восходящих рядах								
	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	
8	+	+		+	+	+			
7	+	+	+	+	+	+	+	+	
6	+	+	+	=	=	=	+	+	
5	=	=	—	+	+	+	=	=	
4	=	—	—	—	—	=	+	+	
3	—	—		—	—	—	=	=	
2	—	—				—	—	—	
1	—						—	—	
L(+)	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5	6,5	5,5	5,5	M (+) = 5,125
L(–)	3,5	4,5	5,5	4,5	4,5	3,5	2,5	2,5	M (–) = 3,875

ИН (интервал неопределенности) = *L*(+) — *L*(–) = 5,125 — 3,875 = 1,25;
разностный порог = 1/2ИН = 0,625;
ТСР (точка субъективного равенства) = (*L* (+) + *L* (–))/2 = (5,125 +3,875)/2 = 4,5
ПО (постоянная ошибка) = ТСР — стандарт = 4,5 – 5,0 = –0,5.

Закон Вебера

Физический стимул, соответствующий разностному порогу, называют ΔS или ΔI. Часто представляет интерес ***относительный порог различения,*** определяемый как $\Delta S/S$ или отношение наименьшего замечаемого различия к интенсивности стимула. В нашем примере $\Delta S/S = 0,625/4,5$. Эта дробь получила название дроби Вебера. Согласно закону Вебера, она должна быть постоянной для различных значений раздражителя:

$$\Delta S/S = k, \Delta S = kS.$$

$\Delta S/S$ различна для разных сенсорных модальностей, но постоянна для данной модальности при умеренных значениях стимула. Однако она существенно возрастает, когда S (величина стимула) приближается к порогу раздражения (абсолютному порогу). Отметим, что при вычислении дроби Вебера чаще используется точка субъективного равенства, чем стандарт, так как обычно оценки распределяются более симметрично относительно этой точки, а не стандарта. При вычислении дроби Вебера для практического использования это несущественно. Согласно закону Вебера, по мере уменьшения стимула S должно уменьшиться и ΔS и, следовательно, на абсолютном пороге ΔS должно быть наименьшим. Однако данные, приведенные на рис. 1, показывают, что этого не происходит: на самом деле ΔS увеличивается при приближении к абсолютному порогу. Психофизики послефехнеровской поры[7] сознавали эту неадекватность закона Вебера и связывали ее с проблемой абсолютного порога. Поэтому был предложен модифицированный вариант закона Вебера, согласно которому

$$\Delta S/S + a = k \text{ или } \Delta S = k(S + a),$$

где a — очень малая величина в континууме стимулов, близкая к абсолютному порогу, но не равная ему. Прибавление a к S делает $\Delta S/S + a$ строго линейной функцией от S. При низких значениях стимула эта величина оказывает существенное влияние, но ее значимость падает по мере увеличения S и при больших значениях S величиной a можно пренебречь, поскольку она не оказывает заметного влияния на данные. Постоянную a можно рассматривать как значение S на абсолютном пороге или как величину «сенсорного шума». Это понятие представляет большой интерес с точки зрения современной теории обнаружения <...>. Сенсорный шум всегда имеет место и добавляется к величине стимула, предъявляемого экспериментатором. Экман[8] показал, как алгебраически вычислить постоянную a и, если принять эту постоянную в качестве единицы, то с общих теоретических позиций можно интерпретировать как абсолютную и разностную чувствительность, так и соотношение между величиной стимула и субъективной величиной[9].

---

[7] См.: *Stevens S.S.* (Ed.) Handbook of experimental psychology. N.Y.: Wiley, 1951. C. 36.

[8] См.: *Ekman G.* Weber's law and related functions // J. of Psychol. 1958. Vol. 47. P. 343—352.

[9] Там же. P. 350.

Это скорее теория, чем факт; тем не менее новая форма закона Вебера, по-видимому, достоверно описывает данные о различении для всех сенсорных модальностей. Конечно, весьма желательны закономерные отношения. Поэтому дальнейшая эмпирическая разработка этой проблемы может оказаться весьма плодотворной, в частности, в связи с нейрофизиологическими исследованиями шума.

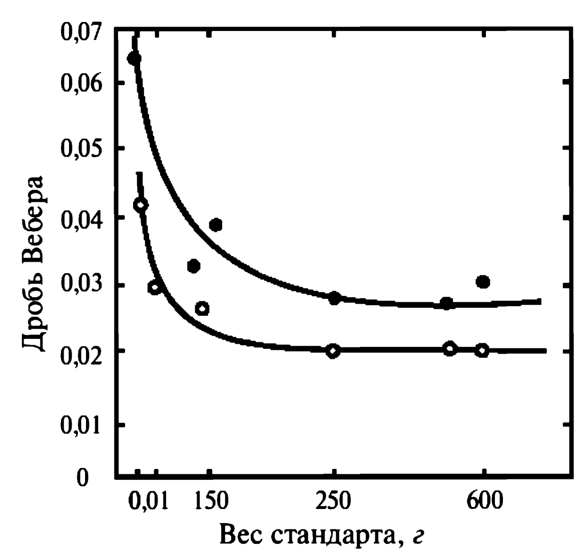


Рис. 1. Проверка закона Вебера на взвешивании грузов

Испытуемый последовательно поднимал грузы одной рукой. ΔS определялось методом констант по среднему квадратическому отклонению (см. текст). Суть в том, что дробь Вебера оказывается постоянной для большинства использованных стимулов, но возрастает при приближении к абсолютному порогу (закон Вебера становится несостоятелен). На рисунке представлены данные двух испытуемых

Закон Вебера утверждает, во-первых, относительность как принцип силы ощущения, согласно которому разностный порог возрастает с величиной раздражителя. Во-вторых, дробь Вебера $\Delta S/S$ весьма различна для разных органов чувств и является важным показателем различительной чувствительности. Дробь Вебера колеблется от 1/333 или 0,3% для высоты чистых тонов[10], до 1/4 или 25% для интенсивности запаха[11]. Ее величина зависит также от психофизического метода и состояния адаптации испытуемого[12]. В табл. 2, приведенной выше, дробь Вебера равна 0,139. (Для этого примера использовалась немодифицированная дробь Вебера). В соответствии с законом Вебера для получения

[10] См.: *Shower B.C., Buddulph R.* Differential pitch sensitivity of the ear // J. Acoust. Soc. Amer. 1931. Vol. 3. P. 275—287.

[11] См.: *Stone H.* Behavioral aspects of absolute and differential olfactory sensivity // Ann. of the № 4 Acad. of Sci. 1964. Vol. 2. P. 527—534.

[12] См.: *McBarney D.H., Kasschau R.A., Bogart L.M.* The effect of adaptation on taste jnd's // Percept. and Psychophys. 1967. Vol.2. P. 175—178.

е. з. р. (разностного порога) необходимо изменить стандартный раздражитель на 13,9%. Поскольку для стандарта, равного, например, десяти ($S = 10$) ΔS должно быть равно 0,139 × 10,00 = 1,39, что составляет 13,9% от 10. <...>

Чем меньше дробь Вебера, тем острее восприятие. Таким образом, зрение и слух — наиболее чувствительные сенсорные системы, а вкус и обоняние — наименее чувствительные; остальные органы чувств занимают промежуточное положение между ними. <...>

Метод установки

Как следует из названия метода, испытуемый сам манипулирует непрерывно меняющимся сравниваемым стимулом. В некоторых случаях лучше, если манипуляции со сравниваемым стимулом производит экспериментатор, но в наиболее типичной форме этого метода подравнивать стимул к данному стандарту должен, согласно инструкции, сам испытуемый. Он делает это несколько раз. Данный метод применяется главным образом для измерения точки субъективного равенства, хотя он может быть использован и для определения разностного порога. Проиллюстрируем этот метод на данных опыта над иллюзией Мюллера—Лайера. Использованная в опыте установка показана на рис. 2. Линии имеют одинаковую длину, но линия слева — сравниваемый стимул — кажется длиннее, чем линия справа — стандарт. Выраженность иллюзии можно измерить как константную ошибку (КО) в физических единицах длины. Испытуемый сидит на расстоянии примерно двух метров от аппарата. Линии находятся на уровне его глаз. Он может изменять длину переменной линии, двигая «скобку» туда и обратно, прежде чем сделать окончательную подгонку. Эксперимента-

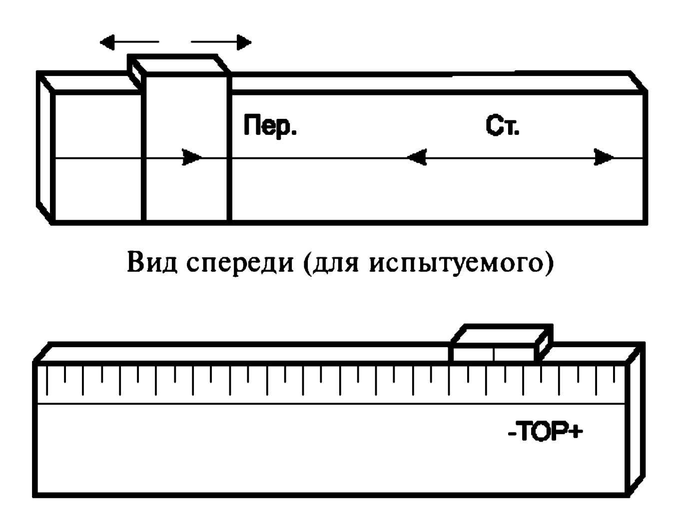


Рис. 2. Схема установки для исследования иллюзии Мюллера—Лайера

тор сидит рядом за ширмой, он предъявляет 60 линий и записывает результаты подгонки наблюдателя с точностью до миллиметра. Испытуемый не знает, насколько точны его установки, так как задача опыта заключается только в том, чтобы определить, совпадают ли установки наблюдателя с физической длиной линии. Половина подгонок начиналась с переменной линии меньшей длины, чем стандарт, так что для подгонки требовалось движение от стандарта («От» или восходящая проба). Для другой половины переменная линия была установлена на бóльшую длину, чем стандарт, и, следовательно, для подгонки необходимо движение к нему (проба «К» или нисходящая проба). Еще одно необходимое изменение заключалось в том, чтобы устанавливать переменные линии на различных расстояниях от кажущегося равенства в начале каждой пробы. Пробы «От» и «К» уравновешивались, чтобы исключить возможное влияние практики и утомления. Для этого первые 15 проб делались восходящими, следующие 30 — нисходящими и последние 15 — снова восходящими. Планируя опыт с подгонками, нужно учитывать и другие факторы, значимость которых зависит от общности требуемых психофизических данных.

Результаты опыта приведены в табл. 3. Прежде всего, определяется, достоверна ли разница между стандартом (230,0 *мм*) и средней подгонкой (177,2 *мм*). Стандарт постоянен и для того, чтобы проверить эту разницу при помощи *t*-теста, необходимо учитывать стандартную ошибку одной только средней величины — средней подгонок. *t*, равное 29,3, при 59 степенях свободы показывает, что разница достоверна ($p<0,01$). Таким же образом можно проверить влияние проб, направление движения, ориентации линии и т.д. при помощи более сложного *t*—теста в зависимости от количества потенциально значимых переменных и требований к степени общности результатов. Конечно, следует иметь в виду, что если сделано лишь несколько наблюдений, то невозможно очень точно определить степень выраженности иллюзии, хотя в принципе может быть достигнута любая степень точности для каждого испытуемого. <...>

Разность между точкой субъективного равенства и установкой наблюдателя в каждой отдельной пробе называется ***переменной ошибкой*** или ПО и варьирует по величине и направлению отклонения от $M_{пср}$ во время проб. Таким образом, ПО измеряется по среднему квадратичному отклонению <...>. Поскольку и стандарт и постоянная ошибка неизменны, распределение оценок наблюдателя прямо отражает переменную ошибку. Среднее квадратичное отклонение (13,6 *мм*) этого распределения может использоваться в качестве показателя разностного порога. ΔS, соответствующая измеренному таким образом разностному порогу, обычно отличается по величине от ΔS, определенной методом границ, но связана с ней линейным отношением. Среднее квадратичное отклонение, если систематически пользоваться им во время исследования, служит хорошей мерой различения. Для определения интервала неопределенности ИН можно использовать интервал между первым (Q_1) и третьим (Q_2) квартилями распределения.

Таблица 3

Определение точки субъективного равенства (ТСР), постоянной ошибки (КО) и переменной ошибки (ПО) методом подгонки (подравнивания)*

Пробы							
«От»	мм	«К»	мм	«К»	мм	«От»	мм
1	181	16	189	31	177	46	166
2	162	17	183	32	180	17	178
3	168	18	194	33	180	48	177
4	168	19	192	34	179	49	184
5	162	20	197	35	181	50	198
6	159	21	180	36	162	51	195
7	168	22	177	37	170	52	191
8	150	23	188	38	164	53	193
9	159	24	179	39	170	54	194
10	152	25	197	40	162	55	196
11	169	26	192	41	154	56	192
12	179	27	188	42	154	57	196
13	176	28	179	43	162	58	187
14	178	29	178	44	148	59	188
15	181	30	185	45	158	60	191

* *Примечание.* Данные получены во время лабораторных работ студентов и не опубликованы.

	«От»	«К»	«В целом»
M	177,9	177,6	177,2 *мм*
σ	13,9	13,3	13,6 *мм*
$\sigma_М$	2,6	2,5	1,8 *мм*

ТСР = МПЕР = 177,2 *мм*

ПО = σ = 13,6 *мм*

$\sigma_М$ = 1,8 *мм*

стандарт = 230,0 *мм*

КО = ТСР — СТ = 177,2 – 230,0 = 52,8 *мм*

t = (230,0 – 177,2)/1,8 = 29,3

Этот метод имеет ряд преимуществ. Одно, уже упомянутое, заключается в условной статистической обработке данных. Другое преимущество состоит в том, что такая естественная и прямая экспериментальная процедура более привлекательна для типичного испытуемого, хотя, по-видимому, он предпочел бы получать информацию о том, правильно ли он действует в каждой пробе. Интерес испытуемого поддерживается, так как он сам манипулирует со стимулом, но он может зайти за точку, которая в данный момент представляется ему точкой равенства. Таким образом, в оценках важную роль играют как моторные навыки, так и время, которое затрачивает испытуемый на каждую оценку. Эти факторы влияют, вероятно, на вариабельность оценок и, следовательно, скорее на порог различения, чем на точку субъективного равенства. В общем, когда

наблюдатель манипулирует со стимулом, несколько труднее по сравнению с двумя другими основными психофизическими методами поддерживать постоянными экспериментальные условия. Наконец, как упоминалось выше, многие стимулы невозможно менять непрерывно или малыми шагами. Этот метод не позволяет получить непосредственно значение разностного порога; он дает другую меру того же типа. Основное преимущество метода подравнивания заключается в простоте и быстроте определения показателей порога при наличии соответствующей аппаратуры. Этот метод трудно использовать при изучении таких сенсорных модальностей, в которых два сравниваемых стимула должны предъявляться поочередно (напр., грузы или звуки). В лучшем случае всегда приходится предъявлять сравниваемый стимул после стандарта, но при этом невозможно ни уравновесить, ни измерить такое влияние последовательности стимулов, как адаптация. <...>

Метод постоянных раздражителей

Этот метод касается определения стимулов, лежащих в переходной зоне, в которой за одну границу принимаются почти всегда воспринимаемые стимулы, а за другую — почти никогда не воспринимаемые стимулы. Если стимул или различие между стимулами воспринимается в 50% случаев, то они соответственно указывают положение абсолютного и разностного порогов. Для того, чтобы составить карту всей переходной зоны, обычно выбирают 5—9 различных стимулов в диапазоне от редко замечаемых до почти всегда замечаемых стимулов. При измерении абсолютного порога выбирают такие стимулы, которые лежат по обе стороны от порога раздражения или абсолютного порога. <...> Обычно используется только две категория ответов — «да» и «нет». «Пустые» пробы или «пробы — ловушки»[13] надо включать так, чтобы испытуемый не знал о них. Ответы на «пустые» пробы дают дополнительные сведения относительно влияния угадывания и других видов субъективных искажений ответа на величину индивидуальных абсолютных порогов. За абсолютный порог обычно принимают такое значение стимула, при котором он воспринимается в 50% случаев, хотя можно использовать и другие произвольные значения *p*.

Если метод постоянных раздражителей применяется для определения разностного порога, то выбирают стимулы, явно превышающие абсолютный порог и требуют от испытуемого оценивать их различие по сравнению со стандартным стимулом, взятым в середине диапазона. Заметим, что значение стимула, соответствующее 50%, в переходной зоне абсолютного порога соответствует точке субъективного равенства в переходной зоне разностного порога. За по-

[13] «Пустыми» пробами или «пробами-ловушками» называют пробы, в которых при определении разностного порога сравниваемый и стандартный стимул равны, а при определении абсолютного порога стимул не предъявляется. — *Ред. источника.*

следний принимается значение стимула, который оценивается как больший по сравнению со стимулом, соответствующим точке субъективного равенства (как в методе границ) в 75% случаев. Поскольку в течение опыта используются одни и те же стимулы, этот метод называется методом постоянных раздражителей или иногда, когда предъявляется стандартный раздражитель, методом постоянных разностей между раздражителями. В последнем случае проба состоит в сравнении стандартного и одного из сравниваемых стимулов. Для того, чтобы уравновесить серийные эффекты, например, адаптацию, сравниваемый стимул в одной половине проб предъявляется первым, а в другой половине — вторым (или сначала слева, а потом справа и т.д.). Сравниваемые стимулы, как и в случае определения абсолютного порога, предъявляются в случайном порядке, возможно чаще; для каждого значения стимула сравнение производится, по крайней мере, 20 раз. Задача испытуемого — установить по некоторому признаку, какой из стимулов больше — первый или второй, например, «второй груз тяжелее или легче?». Результаты сводятся в таблицу частот, частот обнаружения испытуемым раздражителя в случае абсолютного порога (50-процентный уровень) или частот, с которыми каждый сравниваемый стимул оценивается испытуемым как бóльший, чем стандарт (75-процентный уровень). Было отмечено, что обычно испытуемому разрешают пользоваться только двумя категориями ответов, хотя в одном варианте этого метода, который мы будем рассматривать несколько ниже, используется три категории ответов, например, больше, меньше и равно.

Поскольку необработанными данными этого метода являются частоты, с которыми испытуемый дает ответ той или иной категории на каждый сравниваемый стимул, этот метод часто называют также частотным методом, в связи с его процедурой. Фехнер называл его методом истинных и ложных случаев.

Зачем нужен этот дополнительный метод? В некоторых областях метод установки практически неприменим, так как многие стимулы невозможно изменять непрерывно. Метод границ связан с ошибками привыкания и ожидания, которых можно избежать, пользуясь методом постоянных стимулов, предусматривающим предъявление раздражителей в случайном порядке. Возможно, что он требует большего количества проб, но каждая проба весьма непродолжительна. Однако метод постоянных раздражителей может потребовать более тщательного планирования. Необходима, по крайней мере, одна предварительная проба (а часто и не одна) для того, чтобы установить, что ряд равноотстоящих стимулов охватывает переходную зону испытуемого. Метод постоянных стимулов гибок, хотя обычно он используется для определения разностного порога, закона Вебера и связанных с ними проблем. В известном смысле этот метод типичен для классической психофизики, которая уделяет особое внимание статистическому и непрямому подходу к психологическим величинам.

Ниже мы будем говорить об обработке данных, полученных методом постоянных стимулов. Более полный математический анализ способов об-

работки можно найти у Гилфорда[14], Люса и др.[15] Здесь же будут изложены только несложные и рациональные методы обработки данных. К сожалению, в истории классической психофизики, по-видимому, тщательные поиски наилучших способов обработки данных отодвинули на задний план проблему восприятия.

Типичные данные показаны в табл. 4, взятой из неопубликованной работы, в которой изучалось влияние времени и пространства на различение длины линий. В работе были использованы два проектора промышленного изготовления со специальными адаптерами. С помощью адаптера менялась длина проектируемой на экран линии, на которую смотрел испытуемый. Длины линий в описываемой работе подбирались в предварительных опытах. Они были равны 61, 62, 63, 64, 65 *мм* со стандартом 63 *мм* (стандарт равен среднему сравниваемому стимулу). Линии рассматривались с расстояния около 2,3 *м*. Проекционные системы были снабжены устройством, позволявшим регулировать их положение в пространстве. При помощи этого устройства один проектор можно было установить в одном из нескольких вертикальных положений, а другой — в одном из нескольких горизонтальных положений Дистанционное управление позволяло регулировать длину линии в каждом проекторе, соотношение вертикально-горизонтальных положений обоих проекторов и продолжительность предъявления. Данные, приведенные в табл. 4, были получены в опытах с одним испытуемым, который оценивал линии по методу постоянных раздражителей с двумя категориями ответов, т.е. он должен был сообщать, длиннее или короче вторая линия, чем первая. Одна из линий была стандартом, который в одной половине проб предъявлялся первым, а в другой половине — вторым. Порядок предъявления пяти сравниваемых стимулов был случайным. Всего было сделано 500 оценок, по 100 на каждый из пяти сравниваемых стимулов. В табл. 4 указано, как часто испытуемый признавал каждый сравниваемый стимул более длинным, чем стандарт. (Величины в столбце z будут рассмотрены ниже). Каждый эксперимент требовал 2—3 дней, по несколько сеансов в день и перерывом для отдыха после каждых пятидесяти проб. До начала эксперимента было сделано 50 проб для тренировки испытуемого. Во время этой тренировки экспериментатор сообщал испытуемому, правильна ли была его оценка. Во время опыта экспериментатор отмечал начало пробы, говоря «готово», но не оценивал действия наблюдателя. Решение о том, вводить ли поправки или подкрепления, зависит от цели эксперимента.

Данные, приведенные в табл. 4, получены при использовании метода постоянных раздражителей с двумя категориями ответов. Очевидно, что табулирование оценок «короче» не приводит к увеличению информации.

---

[14] См.: *Guilford J.P.* Psychometric methods. N.Y.: McGraw-Hill, 1954.

[15] См.: *Luce R.D., Bush R.R., Galanter E.* Handbook of mathematical psychology. N.Y.: Wiley, 1963. Vol. 1.

Таблица 4

Экспериментальные данные о разностном пороге видимой длины линий, полученные методом постоянных раздражителей*. Стандарт = 65 *мм*

Сравниваемый стимул, *мм*	Частота ответов «длиннее»	*P*	*z*
61	22	0,22	–0,77
62	34	0,34	–0,41
63	59	0,59	0,23
64	83	0,83	0,95
65	93	0,93	1,18

* *Примечание.* Энген, неопубликованные данные.

Простая графическая интерполяция медианы и Q

На рис. 3 изображена зависимость вероятности *p* от длины сравниваемых линий по данным табл. 4. При достаточно большой выборке ответов данные обычно ложатся на *S*-образную кривую. Меньшие по длине, чем стандарт, сравниваемые линии лишь изредка оцениваются как более длинные, а большие по длине — почти всегда оцениваются как более длинные. Точка, соответствующая на графике 63 *мм* (величина эталона) показывает, в какой части проб эта длина признана большей при предъявлении ее второй в паре равных линий. Это типичный результат так называемой «отрицательной ошибки временной последовательности», ошибки, которая сама по себе представляет очень интересную проблему из области восприятия. Соединив прямыми линиями точки, представляющие данные эксперимента, мы проводим горизонтальные линии от оси ординат на уровне 25, 50 и 75% до пересечения с ломаной линией[16]. А затем опускаем вертикальные линии из точек пересечения на абсциссу, чтобы определить физические величины, соответствующие Q_1, медиане Q_2 и Q_3, как это показано на рис. 3.

Медиана (Мед.) — та длина линии, которая теоретически должна быть признана более длинной в одной половине проб и более короткой — в другой половине. В этом случае она является точкой субъективного равенства (ТСР), которую следует сравнивать с физической величиной стандарта. При определении точки субъективного равенства предполагается, что линия, соединяющая величины *p*, соответствующие 62 и 63 *мм*, является в первом приближении прямой. Однако, ошибка, связанная с этим, в зависимости от области приложения результатов, может не иметь серьезных последствий. В данном примере точка субъективного равенства или пятидесятипроцентный уровень равен примерно

[16] В психофизике зависимость вероятности или частоты ответа от величины стимула принято называть *психометрической функцией. — Ред. источника.*

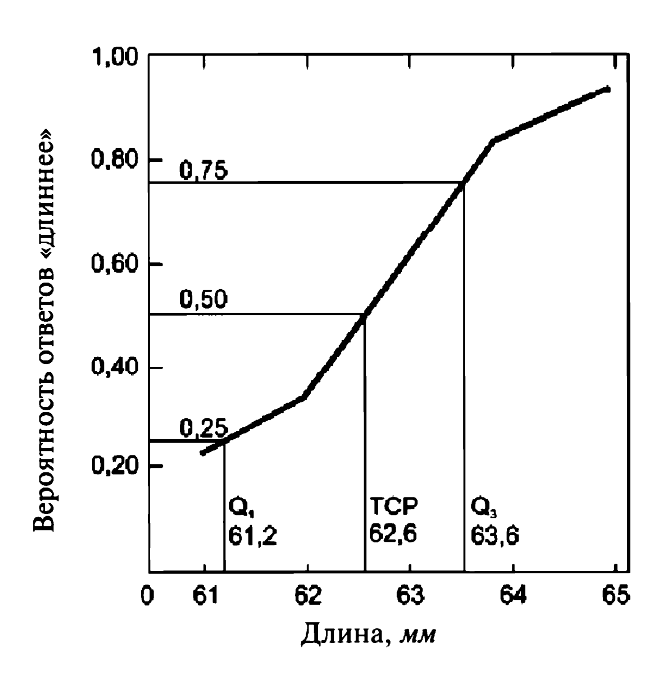


Рис. 3. Зависимость вероятности оценок «длиннее» от длины линий, полученная методом постоянных раздражителей

Стандартный стимул — линия 63 *мм*. Подробности в тексте. Абсцисса — длина в *мм*; ордината — вероятность оценки «длиннее». Первому квартилю (Q_1) соответствует значение 61,2 *мм*, третьему квартилю (Q_3) — 63,6 *мм*, а медиане и точке субъективного равенства — 62,6 *мм*

62,5 *мм*. Само собой разумеется, что алгебраическое определение медианы также возможно и дает следующие результаты:

Мед. = ТСР = 62 + (63 – 62) (0,50 – 0,34)/(0,59 – 0,34) = 62 + 0,16/0,25 = 62,64

где 0,34 является полученным в эксперименте значением *p*, соответствующим 62 *мм* и лежащим непосредственно ниже искомого значения *p*, равного 0,50; а 0,59 соответствует 63 *мм* и лежит непосредственно выше искомого *p*.

Обратите внимание, что полученное значение стимула, соответствующее *p* = 0,50, является тем же самым, что и при графической интерполяции. Это и понятно: обе величины являются лишь приближениями, зависящими от сделанного выше допущения о линейности. Как и следовало ожидать от этих оценок, точка субъективного равенства, полученная обоими методами, близка к эталону. Однако пятидесятипроцентный уровень обычно не представляет бóльшего интереса; только в опытах по измерению абсолютного порога наиболее важна эта точка, как соответствующая значению абсолютного порога. В данном опыте по определению разностного порога нужна мера вариабельности или неопределенности, а *полуинтерквартильный диапазон*, *Q*, является наиболее ценным в данном методе анализа.

$$Q = {}^{1}/_{2}\,(Q_3 - Q_1),$$

где Q_3 и Q_1 — длины линий, соответствующие значениям $p = 0{,}75$ и $p = 0{,}25$ и полученные при помощи линейной интерполяции.В нашем примере

$$Q = {}^{1}/_{2}\,(63{,}6 - 61{,}2) = 1{,}2.$$

Эта мера вариабельности используется как показатель различительной чувствительности или разностный порог, но численно она не равна разностному порогу, измеренному, например, методом границ, хотя и сходна с разностным порогом, определенным как половина интервала неопределенности (ΔL = ИН/2). Если допустить, что распределение частот оценок является нормальным, то можно воспользоваться средним квадратическим отклонением как мерой разностного порога в соответствии с уравнением

$$\sigma = 1{,}483\ Q.$$

Для данных табл. 4

$$\sigma = 1{,}483\ \text{x}\ 1{,}2 = 1{,}8.$$

Среднее квадратическое отклонение имеет хорошо известные и полезные свойства и, несомненно, прямое определение его было бы лучшим методом. Итак, среднее арифметическое надежнее и предпочтительнее, чем медиана, если предполагается, что распределение оценок нормально.

Г.В. Гершуни

О количественном изучении пределов действия неощущаемых звуковых раздражений*

Тот факт, что минимальная интенсивность звукового раздражения, вызывающая возникновение слухового ощущения у человека (слуховой порог), выражает собою предел чувствительности органа слуха к звуковым раздражениям, кажется настолько очевидным, что молчаливо принимается всеми исследователями. Определение минимальных интенсивностей раздражений, вызывающих возникновение ощущений (определение так называемого абсолютного порога чувствительности), является одним из основных количественных методов исследования, которым пользуется физиология органов чувств и физиология слуха, в частности.

Абсолютный порог слухового ощущения, исследованный для воспринимаемых человеческим ухом пределов частот, в результате многочисленных измерений последнего времени, характеризуется для человека с нормальным слухом (с учетом его возраста) определенными хорошо известными величинами звукового давления при данной частоте, которые могут быть найдены в любом руководстве или исследовании, касающемся измерений слуха[1]. <...>

Несмотря на кажущуюся очевидность принятия порога слухового ощущения как предела воспринимаемой органом слуха звуковой энергии, как это и принимается обычно, подобное заключение отнюдь не является таким достоверным, как это кажется с первого взгляда. В основе подобного заключения лежит допущение, что порог явного (осознанного) слухового ощущения отражает возможный предел функционирования органа слуха. Между тем это допущение не только не является доказанным, а напротив, в физиологии органов чувств имеется немало фактов, которые противоречат ему. (Вопрос этот

---

* Проблемы физиологической акустики. 1950. Т. 2. С. 31—35.

[1] См.: *Ржевкин С.Н.* Слух и речь в свете современных физических исследований. 1936.

относится, конечно, не к одному органу слуха, а и к другим органам чувств). Так, уже много лет тому назад Н. Суслова (1863), сотрудница Ивана Михайловича Сеченова, опубликовала исследование под заглавием «Изменения кожных ощущений под влиянием электрического раздражения»[2]. Суслова обнаружила, что прохождение через кожу слабого электрического тока, не вызывающего каких-либо ощущений, изменяет, однако, характер ощущений, возникающих при действии на кожную поверхность штрихового раздражения» волоском или ножками циркуля Вебера.

При обсуждении этих данных Суслова отмечала, что при прохождении тока «возбуждение, несомненно, существует, хотя и не сознается». Как можно судить по примечанию, сделанному Сеченовым, работа была выполнена при его непосредственном участии, и основные ее выводы отражали взгляды Сеченова.

Я не буду останавливаться на систематическом изложении отдельных фактов влияния неощущаемых раздражений, относящихся к различным органам чувств, которые могут быть найдены в литературе. <...>

Другой ряд исследований пределов действия неощущаемых звуковых раздражений, проводимых в нашей лаборатории, был основан на использовании совершенно другого рода физиологических явлений, именно, условнорефлекторных реакций.

Применение классических методов исследования условно-рефлекторных реакций, открытых И.П. Павловым, к вопросу о пределах восприятия звуковых раздражений у животных было осуществлено рядом исследователей и, в первую очередь, сотрудником Павлова Л.А. Андреевым[3]. В своих исследованиях Андреев касался вопросов верхних пределов различения частоты у собак. <...> У человека вопрос о пределе восприятия звуковых раздражений, который может быть достигнут при выработке условных реакций, систематически не изучался. Кажущаяся очевидность совпадения пределов восприятия звуковых раздражений, осуществляемого органом слуха при использовании как индикаторов этого восприятия слуховых ощущений, с одной стороны, и условных реакций, с другой, не стимулировала исследование этого вопроса у человека.

Систематическое исследование, предпринятое в нашей лаборатории, тех минимальных интенсивностей звуковых раздражений, которые могут быть использованы в качестве условных сигналов, показало, что таковыми могут служить звуковые раздражения, лежащие на 8—12 *дб* ниже порога слухового ощущения. Для исследования условных реакций были применены две реакции. Во-первых, вегетативный кожно-гальванический рефлекс, во-вторых, реакция угнетения электрических ритмов мозга.

Методика, использовавшая для этой цели кожно-гальванический рефлекс, описана в работах Гершуни и Короткина[4] и Гершуни, Кожевникова, Марусевой

[2] См.: *Суслова Н. Ztschr. f. rat. Med.* 1863. *17.* 155.

[3] См.: *Андреев Л.А.* Сб. К 75-летию И.П. Павлова. 1925. 339.

[4] См.: *Гершуни Г.В., Короткин И.И.* ДАН СССР. 1947. 57. 417.

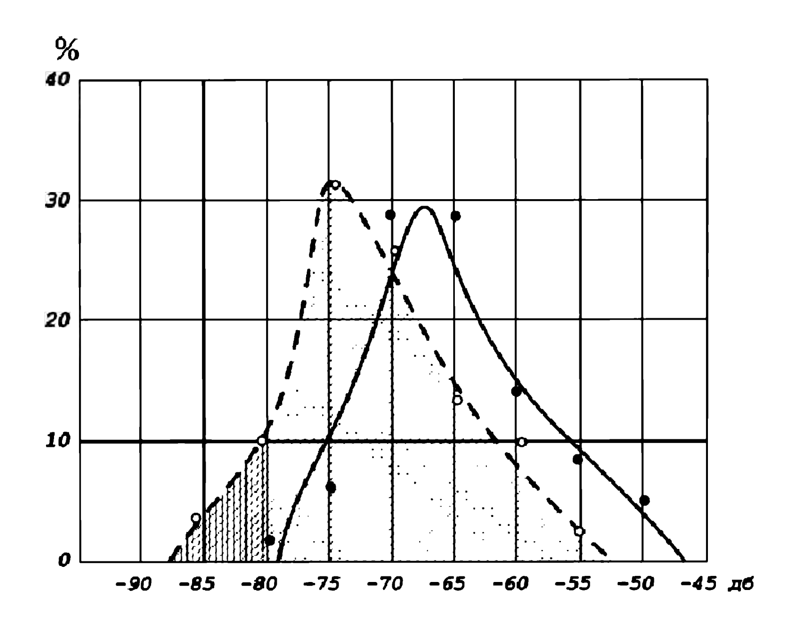


Рис. 1. Кривые распределения пороговых интенсивностей звукового раздражения (при частоте 1000 *пер/сек*), вызывающих возникновение слухового ощущения (черные точки) и кожно-гальванического рефлекса на неощущаемые раздражения (кружки) у семи испытуемых (по данным Князевой)

По абсциссе: интенсивность звука в *дб* ниже уровня в 1 *бар*. По ординате: процент от общего числа подававшихся раздражений, вызывавших ощущение и субсенсорный кожно-гальванический рефлекс. Штриховка — область возникновения субсенсорных к.г.р. на звуковые раздражения, лежащие в пределах колебаний порога слышимости у всех испытуемых в течение всех измерений. Двойная штриховка — область возникновения к.г.р., лежащих вне пределов колебаний порога слышимости. Интенсивность наибольшей частоты порогов слышимости — 67 *дб* (соответствует средней); интенсивность наибольшей частоты субсенсорных к.г.р. — 75 *дб*

и Чистович[5], поэтому укажу лишь на принцип ее. Звуковые раздражения, лежащие ниже порога слышимости на 6—12 *дб*, подводились к испытуемому одновременно с сильным электрическим раздражением поверхности кожи, вызывающим кожно-гальванический рефлекс. Как известно, этот рефлекс, описанный Тархановым в 1889 г., выражается в появлении постоянной разности потенциалов между двумя участками кожи. После определенного числа сочетаний обнаруживается, что наносимые неощущаемые звуковые раздражения становятся физиологически активными, что выражается в образовании условных рефлексов при их действии[6]. Большое число измерений на многих испытуемых, проведенное сотрудниками лаборатории Чистович и Князевой на частоте 1000 *пер/сек*, дало возможность определить пределы действия этих неощущаемых раздраже-

---

[5] См.: *Гершуни Г.В., Кожевников В.А., Марусева А.М., Чистович Л.А.* Бюлл. эксп. биол. и мед. 1948. 26. 205.

[6] См.: *Тарханов И.Р.* Вестн. клинич. и судебн. Психиатр. и неврол. 1889. 7. 73.

ний. Как видно из данных, представленных на рис. 1, средняя интенсивность действующих неощущаемых звуковых раздражений оказывается на 8 *дб* ниже среднего порога слухового ощущения. Абсолютные величины порога слухового ощущения, полученные в измерениях лаборатории, вполне совпадают с имеющимися в литературе данными[7].

Другая серия экспериментов была осуществлена сотрудниками лаборатории Кожевниковым и Марусевой при использовании реакции угнетения электрических ритмов мозга.

Электрический ритм коры мозга у человека при отведении от затылочной области (так называемый альфа-ритм), как хорошо известно, претерпевает резкие изменения при освещении глаза. После определенного числа сочетаний неощущаемых звуковых раздражений с возникающей при действии света реакцией угнетения альфа-ритма обнаруживается появление условных реакций на звуковые раздражения, лежащие на 6—12 *дб* ниже порога слухового ощущения[8]. Измерения были проведены на частоте 1000 *пер/сек* и дали принципиальные результаты, совершенно совпадающие с опытами с условными кожно-гальваническими реакциями.

Все приведенные выше факты, полученные как при исследовании действия неощущаемых раздражений на качество слухового бинаурального восприятия, так и при изучении условных реакций, показывают с несомненностью существование физиологической деятельности при раздражениях, лежащих порога ощущения на 10—12 *дб.*

В настоящее время эти данные получены для двух частот — 200 и 1000 *пер/сек*. Однако нет никаких оснований считать, что картина будет принципиально отлична при исследовании других частот. Отдельные измерения на других частотах (300, 2000 и 3000 *пер/сек*), показывают подобную же картину явлений.

Таким образом, приходится признать, что имеется определенная область звуковых раздражений, которая лежит ниже пределов абсолютного слухового порога и вместе с тем характеризуется интенсивностями звуковых раздражений, которые являются физиологически активными. Если экстраполировать данные, полученные на частотах 200 и 1000 *пер/сек* для всех воспринимаемых звуковых частот, мы получим область, схематически изображенную на рис. 2, которую можно обозначить как область действия неощущаемых звуковых раздражений. Таким образом, порог слухового ощущения отнюдь не всегда отражает предел физиологической активности органа слуха. Это заключение, по имеющимся уже в нашем распоряжении данным, относится не только к органу слуха, но и к другим органам чувств, связанным с восприятием внешних раздражений.

---

[7] См.: *Sivian L., White S.J.* Acoust. Soc. Am.,4., 288, 1933; *Ржевкин С.Н.* Слух и речь в свете современных физических исследований. 1936.

[8] См.: *Гершуни Г.В., Кожевников В.А., Марусева А.М., Чистович Л.А.* Бюлл. эксп. биол. и мед. 1948. 26. 205; *Кожевников В.А., Марусева А.М.* Изв. АН СССР. Сер. Биолог. 1949. № 5. 560.

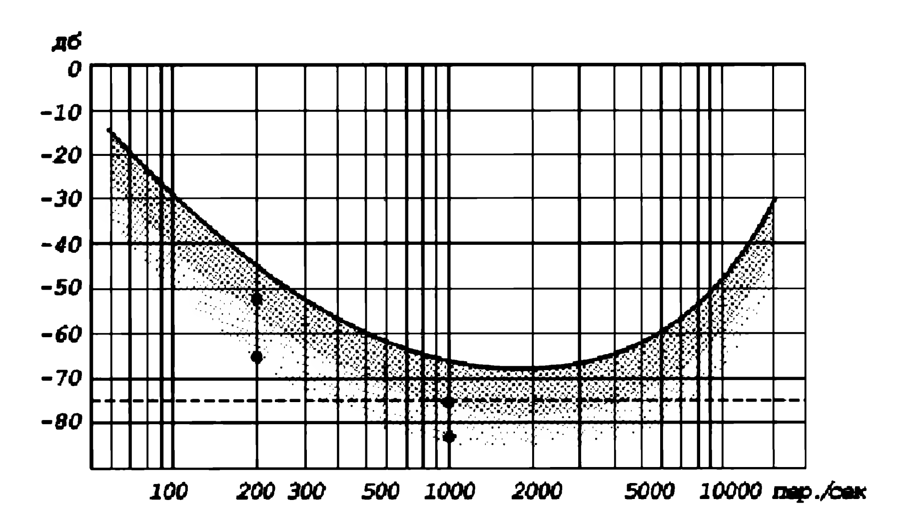


Рис. 2. Область действия неощущаемых звуковых раздражений (субсенсорная слуховая область)

По абсциссе — звуковые частоты, по ординате — пороговые интенсивности звука в *дб* от уровня в 1 *бар*. Наверху: средняя кривая слуховых порогов (из Ржевкина по Sivian L., White S.J., 1933). Заштрихованная область — вероятный предел действия неощущаемых звуковых раздражений. Экстраполяция измерений, произведенных на частотах 200 и 1000 *пер/сек*. Двойная штриховка — средние величины; простая штриховка — предельные интенсивности действия неощущаемых раздражений

Порог ощущения, при всей его статистической достоверности, отражает в каждый данный момент лишь тот сложный ряд наслаивающихся друг на друга физиологических процессов, конечным звеном которых является осознанное ощущение.

Как показывают представленные факты, в определенных условиях могут быть обнаружены физиологические процессы, возникающие при действии внешних раздражений, и связанные с деятельностью высших отделов центральной нервной системы, которые, однако, не осознаются и о которых ничего не может сказать порог ощущения. Таким образом, порог ощущения следует формулировать как предел, осознанной в данный момент деятельности органа чувств, возникающей при действии внешнего раздражения.

Приходится признать, что, помимо явного (осознанного) ощущения, могут существовать явления, значение которых уже давно было весьма ярко охарактеризовано Сеченовым и обозначено им как «ощущение в скрытой форме»[9].

Необходимость существования чрезвычайно сложных форм деятельности центральной нервной системы, оказывающихся скрытыми для простого самонаблюдения человека, признавалась, помимо Сеченова, многими выдающимися физиологами. Эту мысль весьма подробно развивал Гельмгольц[10], на это указы-

[9] См.: *Сеченов И.М.* Рефлексы головного мозга. Собр. соч. Т. II. С. 73. М., 1901.

[10] См.: *Helmholtz H.* Handb. d. physiolog. Optik. 1885. 2-е изд. С. 601.

вал И.П. Павлов, идентифицируя «бессознательные заключения» Гельмгольца с условными реакциями в 1909 г. и более подробно в 1927 г[11]. В недавнее время на это указывали Быков[12] и Орбели[13].

Естественно возникает вопрос, каково значение субсенсорной слуховой области (с.с.о.) в процессе восприятия звуковых раздражений у человека? Представляется ли величина с.с.о. постоянной у разных людей, в какой мере она изменяется при изменении функционального состояния центральной нервной системы в норме и патологии? Отвечая на эти вопросы, являющиеся предметом исследования нашей лаборатории, можно в настоящее время обратить внимание на следующие явления:

Величина с.с.о. в условиях наших экспериментов не может быть значительно изменена при изменении внимания. Так, опыты с бинауральным взаимодействием (Клаас и Чистович)[14] были поставлены при максимальной фиксации внимания испытуемых на пороговых изменениях слуховых ощущений. При недостаточной фиксации внимания с.с.о. может быть увеличена на несколько *дб* (от 1 до 4) за счет повышения порога слухового ощущения; возрастание или уменьшение с.с.о. за счет изменения внимания может происходить, таким образом, в относительно небольших пределах за счет изменения лишь верхней границы с.с.о.

Величина с.с.о., несомненно, значительно колеблется у разных лиц и у одного и того же лица при изменении функционального состояния центральной нервной системы. Величина с.с.о. показывает тот возможный предел, которого может достичь осознанное ощущение (порог слышимости) при наиболее благоприятных условиях восприятия у человека. Для определенных состояний центральной нервной системы характерно возрастание величины с.с.о. Повышение верхней границы с.с.о., происходящее за счет понижения слуховой чувствительности, характерно, как можно думать, на основании целого ряда фактов, для различных изменений состояния центральной нервной системы человека и, в частности, наблюдается как систематическое явление во время менструаций у женщин. <...>

Как показывают все представленные данные, поступление в центральную нервную систему импульсов с периферии, не является еще достаточным для процессов, определяющих возникновение ощущения. Приходится признать, что должен существовать некоторый минимальный уровень возбудимости центральных элементов, который необходим для построения ощущения при данном числе нервных импульсов, поступающих с периферии за единицу времени.

---

[11] См.: *Павлов И.П.* Естествознание и мозг. 1909; Лекции о работе больших полушарий головного мозга. 1927. С. 360—361.

[12] См.: *Быков К.М.* Кора головного мозга и внутренние органы. 1944.

[13] См.: *Орбели Л.А.* Физиолог. журн. СССР. 1946. 32. 5.

[14] См.: Клаас Ю.А., Чистович Л.А. (Этот сборник. 1950).

Х. Шиффман

Подпороговое восприятие*

Как уже отмечалось выше, существуют пограничные условия стимуляции — например, когда уровень интенсивности сигналов очень невысок или когда время их действия невелико, при которых они не вызывают несомненной ответной реакции. Тем не менее, возникает вопрос — могут ли эти незамеченные индивидуумами сигналы оказывать непрямое, но измеряемое влияние на их поведение? Этот общий и спорный вопрос можно сформулировать и более конкретно: возможно ли наблюдать последствия влияния, которое оказывает на поведенческие параметры *подпороговая* (буквально — лежащая ниже порога) стимуляция? Можно ли каким-нибудь образом обнаружить материю иначе, чем на уровне сознания? Иными словами — способна ли стимуляция, о которой наблюдатель *не подозревает*, все же оказать на него такое влияние, которое можно оценить?

Подпороговое восприятие — предмет большого числа теоретических и экспериментальных исследований, однако его валидность остается дискуссионной[1]. Доказательства существования подпорогового восприятия получены многими экспериментаторами, и некоторые репрезентативные результаты будут рассмотрены ниже.

Установлено, что чрезвычайно быстро мелькающие картины, на которых представлены сцены, вызывающие положительные эмоции (например, котята, щенки, влюбленная пара, улыбающееся лицо) или отрицательные (например, труп или злое лицо), влияют на последующую оценку, казалось бы, нейтраль-

* *Шиффман Х.* Ощущение и восприятие. СПб.: Питер, 2003. С. 73—76.

[1] См.: *Dixon F.* Subliminal perception: The nature of a controversy. N.Y.: McGraw-Hill, 1971; *Duncan J.* Two techniques for investigating perception without awareness // Perception & Psychophysics. 1985. 38. P. 296—298; *Erdelyi M.* A new look at the new look: Perceptual defense and vigilance // Psychological Review. 1974. Vol. 81. P. 1—25; *Smith K.H., Rogers M.* Effectiveness of subliminal messages in television commercial: Two experiments // Journal of Applied Psychology. 1994. Vol. 79. P. 866—874; *Vokey J.R., Read J.D.* Subliminal messages: Between the devil and the media // American Psychologist. 1985. Vol. 40. P. 1231—1239.

ных фотографий людей. Слайды, на которых изображены люди, предварительно воспринимавшие на подпороговом уровне оптимистические сцены, оценивались более положительно (оптимистично), чем фотографии тех же самых людей, сделанные после предъявления им негативных сцен[2].

Более того, доказано, что эмоциональные раздражители, предъявленные на подпороговом уровне, активируют кортикальные зоны, участвующие в восприятии раздражителей, воздействующих на эмоции (в эмоциональном опыте). Уолен и его коллеги[3] нашли, что хотя эмоциональные раздражители и воздействовали на испытуемых на подпороговом уровне (т.е. не осознавались ими), они, тем не менее, вызывали соответствующую реакцию той зоны коры головного мозга, которая обрабатывает информацию, получаемую от стимулов, воздействующих на эмоции. Более конкретно, в своих опытах Уолен воздействовал на испытуемых стимулами, вызывавшими определенные эмоции, — перед испытуемыми мелькали фотографии людей, чьи лица выражали счастье, — и этот сигнал воспринимался на подпороговом уровне. Несмотря на то, что испытуемые даже не подозревали о демонстрации им фотографий счастливых людей, результаты, полученные с помощью ФМРТ, свидетельствовали об усилении активности миндалевидного тела (участка коры головного мозга внутри средней части височной доли, который обрабатывает информацию, получаемую от эмоциональных раздражителей), т.е. о непосредственной реакции на эмоциональные сигналы.

Известно, что *смысл* подпороговых сигналов может быть понятен наблюдателю даже в том случае, когда сами сигналы остаются не обнаруженными им[4]. В опытах Фаулера разные слова (например, «повар») мелькали на экране с такой скоростью, что наблюдатели не успевали прочитать их (т.е. предъявлялись в режиме вспышки). За этим следовало надпороговое предъявление двух слов (например, «печь» и «взгляд»). Испытуемым предстояло выбрать, а возможно, даже и отгадать, которое из двух предъявленных слов ближе по смыслу к промелькнувшему слову «повар», предъявленному на подпороговом уровне. Результаты экспериментов показали, что выбор, сделанный наблюдателями, слишком правилен, чтобы его можно было назвать случайным. Так, если «подпороговые»

---

[2] См.: *Krosnick J.A., Metz A.L, Jussim L.J., Lynn A.R.* Subliminal conditioning of attitudes // Personality and Social Psychology Bulletin. 1992. Vol. 18. P. 152—162; *Greenwald A.G., Draine S.C., Abrams R.L.* Three cognitive markers of unconscious semantic activation // Science. 1996. 273. P. 1699—1702; *Murphy S.T., Zajonc R.B.* Affect, Cognition, and Awareness: Affective priming with optimal and suboptimal stimulus exposures // Journal of Personality and Social Psychology. 1993. Vol. 64. P. 7213—739; *Murphy S.T., Zajonc R.B., Monahan J.L.* Additivity of nonconscious affect: Combined effects of priming and exposure // Journal of Personality and Social Psychology. 1995. Vol. 69. P. 589—602.

[3] См.: *Whalen P.J.* Fear,vigilance and ambiguity: Initial neu-roimaging studies of the human amygdala // Current Directions in Psychological Science. 1998. Vol. 7. P. 1—11.

[4] См.: *Fowler C.A., Wolford G., Slade R., Tassinary L.* Lexical access with and without awareness // Journal of Experimental Psychology: General. 1981. Vol. 110. P. 341—362.

слова шли вслед за промелькнувшим, необнаруженным словом «повар», наблюдатели гораздо чаще выбирали слово «печь», чем слово «взгляд». Эти результаты позволяют предположить, что такие семантические свойства, как смысл сигнала, предъявляемого на уровне, недостаточном для его обнаружения, в определенной мере воспринимаются и обрабатываются наблюдателем[5]. <...>

Вторым способом демонстрации сублименального восприятия, аналогичным описанному выше, является способ, названный *семантической установкой* (*semantic priming*). Его суть заключается в том, что последовательно предъявляются два слова и смысл первого предопределяет восприятие второго. Так, предъявление слова «медсестра» может служить установкой для распознавания или узнавания слова, являющегося тест-объектом, — «доктор». Аналогично этому реакция наблюдателя на слово «доктор» (например, он называет его) наступает быстрее в том случае, когда его предъявлению предшествует предъявление установочного слова «медсестра», а не слова «ограда», не связанного с ним по смыслу. В эксперименте, проведенном Балотой[6], одной группе наблюдателей установочные слова предъявляли на подпороговом уровне (т.е. настолько быстро, что никто из наблюдателей не успевал прочитать их), а второй группе наблюдателей их предъявляли на надпороговом уровне. Для конкретного целевого слова (например, «ярд») установками служили как близкие по смыслу слова (например, «дюйм»), так и не связанные с ним (например, «печь») или просто бессмысленный набор символов (например, XXXX). Основной результат этого эксперимента заключается в том, что наблюдатели быстрее реагировали на конкретное тестовое слово в том случае, если ему предшествовала близкая по смыслу «затравка» (установка) (например, «дюйм — ярд»), чем в случае, когда установка не имела к нему никакого отношения (например, «печь — ярд»). Облегчающее задачу влияние семантической установки было обнаружено как в случае ее подпорогового, так и надпорогового предъявления. Установки не только облегчают восприятие слов и их значений. Так, Бар и Бидерман[7] установили, что фотографии разных предметов, предъявленные в режиме мелькания, а потому не идентифицированные наблюдателями, в дальнейшем, когда спустя 15 мин они снова промелькнули перед глазами наблюдателей, облегчили восприятие запечатленных на них предметов.

Отмечено также облегчение распознавания тест-объектов, достигаемое с помощью представляемых на подпороговом уровне сигналов — установок[8].

---

[5] См.: *Cheesman J., Merikle P.M.* Priming with and without awareness // Perception & Psychophysics. 1984. Vol. 36. P. 387—395.

[6] См.: *Balota D.A.* Automatic semantic activation and episodic memory encoding // Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior. 1983. Vol. 22. P. 88—104.

[7] См.: *Bar M., Biederman I.* Subliminal visual priming // Psychological Science. 1998. Vol. 9. P. 464—469.

[8] См.: *Dehaene S., Naccache L., Le Clec H., Koechlin E., Mueller M., Dehaene-Lambertz, van de Moortele P.F., Le Bihan D.* Imaging unconscious semantic priming // Nature. 1998. Vol. 395. P. 597—600.

Более того, применив томографию, авторы показали, что использование семантических установок действительно активирует определенные кортикальные зоны. А это значит, что достаточно сложные когнитивные процессы, влияние которых на активность мозга поддается измерению, могут протекать даже тогда, когда наблюдатель и не подозревает об этом.

Последнее, о чем хотелось бы сказать, это то, что облегчающее влияние семантических установок на распознавание слов не беспредельно. Гринвальд и его коллеги, используя метод семантических установок, показали, что, будучи предъявленными на подпороговом уровне, они действительно влияют на восприятие следующих за ними слов, являющихся тест-объектами, но это влияние нестабильно и кратковременно[9]. Авторы нашли, что облегчающее влияние установки на восприятие смысла тестового слова (стимульного материала, тест-объекта) эффективно лишь в том случае, если последнее появляется не позднее чем через 0,1 с после первого.

Таким образом, результаты изучения подпороговых семантических установок свидетельствуют о том, что стимул, о котором наблюдатель даже не подозревает, может влиять на его перцептивную активность[10]. (Однако обратите внимание на то, что статус метода подпороговых семантических установок в известной мере дискуссионен[11].)

Изложенное выше свидетельствует о том, что слабый, пограничный — подпороговый — сигнал может быть воспринят и зарегистрирован сенсорной системой и закодирован на уровне подсознания. Однако нет экспериментальных доказательств того, что подпороговое сенсорное стимулирование и сопровождающее его нейронное кодирование оказывают существенное воздействие на мысли и представления человека, способны заметно повлиять на его поведение или изменить его[12]. Иными словами, доказательство существования подпорогового восприятия само по себе еще не означает, что при помощи подпороговых сигналов можно манипулировать людьми или заставлять их делать что-либо. Следовательно, высказываемые время от времени мысли о том, что рекламодатели способны навязывать покупателям ненужные товары, с научной точки зрения несостоятельны. Однако этот дискуссионный вопрос привлек внимание к различию между такими простыми процессами, как обнаружение и распознавание сигнала в лабораторных условиях, и более сложными

---

[9] См.: *Greenwald A.G., Draine S.C., Abrams R.L.* Three cognitive markers of unconscious semantic activation // Science. 1996. Vol. 273. P. 1699—1702.

[10] См.: *Marcel A.J.* Conscious and unconscious perception: Experiments on visual masking and word recognition // Cognitive Psychology. 1983. Vol. 15. P. 197—237.

[11] См.: *Bernstein I.H., Bissonnette V., Vyas A., Barclay P.* Semantic priming. Subliminal perception of context? // Perception & Psychophysics. 1989. Vol. 45. P. 153—161.

[12] См.: *Smith K.H., Rogers M.* Effectiveness of subliminal messages in television commercial: Two experiments // Journal of Applied Psychology. 1994. Vol. 79. P. 866—874; *Vokey J.R., Read J.D.* Subliminal messages: Between the devil and the media // American Psychologist. 1985. Vol. 40. P. 1231—1239.

реакциями, к которым относятся совершение покупки или выражение предпочтений.

Прежде чем завершить обсуждение подпорогового восприятия, приведем наводящее на размышления высказывание Диксона о его происхождении и роли.

Можно поспорить с теми, кто считает, что оно (подпороговое восприятие) не является результатом эволюции. С эволюцией мозга, создавшей основу для сознательного восприятия, должен был эволюционировать и контрольный механизм, посредством которого эта новая система с ограниченными возможностями могла быть использована максимально эффективно. Теоретически этот контроль мог реализоваться двояко — либо за счет жесткого ограничения периферической сенсорной активности, либо за счет изменяющихся ограничений на проникновение в сознание. Очевидно, что с эволюционной точки зрения первая из этих альтернатив была менее ценной для выживания[13].

[13] См.: *Dixon F.* Subliminal perception: The nature of a controversy. N.Y.: McGraw-Hill, 1971. P. 321.

П.О. Макаров

[Закон Фехнера]*

Два столетия назад, в 1760 г., П. Бугер исследовал свою способность различать тень, отбрасываемую свечой, если экран, на который падает тень, одновременно освещается другой свечой. Его измерения довольно точно установили, что отношение $\Delta I / I$ (ΔI — минимальный воспринимаемый прирост освещения, I — исходное освещение) — величина сравнительно постоянная в отличие от абсолютных величин ΔI. В 1834 г. Э. Вебер повторил забытые к тому времени опыты Бугера. Изучая различение веса, он показал, что минимально воспринимаемая разница в весе представляет собой постоянную величину, равную приблизительно 1/30, т.е. груз в 31 *г* различается от груза в 30 *г*; груз в 62 *г* от груза в 60 *г*; 124 *г* от 120 *г* и т.д. Такое же постоянство в отношении минимального воспринимаемого прироста раздражения к его исходной величине Вебер установил для зрения (различение длины линий) и слуха (различение высоты тона). Вебер предполагал, что им обнаружен важный общий принцип, однако специального закона он не сформулировал.

Выражение «закон Вебера» принадлежит Г. Фехнеру, но впоследствии укоренилось выражение «закон Вебера—Фехнера», так как роль Фехнера в разработке проблемы измерения ощущений исключительно велика. Фехнер рассуждал следующим образом. Мы не можем измерить ощущение. Мы можем только удостоверить, есть ли ощущение, больше, меньше или равно данное ощущение другому. Но поскольку мы можем измерять стимулы, мы можем измерить и минимальный стимул, необходимый для вызова ощущения или для того, чтобы минимально усилить или минимально ослабить имеющееся в наличии ощущение. Поступая таким образом, мы измеряем чувствительность как величину, обратную порогу. Фехнер ввел понятие об абсолютной и различительной (или дифференциальной, или разностной) чувствительности: абсолютная чувствительность измеряется абсолютным порогом, т.е. минимальной интенсивностью

---

* *Макаров П.О.* Методики нейродинамических исследований и практикум по физиологии анализаторов человека М.: Высшая школа, 1959. С. 52—56.

раздражения, вызывающей ощущение, различительная чувствительность измеряется разностным порогом, т.е. минимальным приростом интенсивности раздражения, вызывающим усиление или ослабление ощущения, по отношению к исходной интенсивности раздражения. Так, если груз в 60 *г* (I) оценивается как равный по весу грузу в 61 *г* и чуть более легкий, чем груз в 62 *г* (I_1), то минимальный воспринимаемый прирост веса будет равен:

$$\Delta I = I_1 - I = 62 - 60 = 2\ г,$$

а разностный порог (отношение Вебера) будет равен:

$$\Delta I / I = 2/60 = 1/30.$$

Закон Вебера выражается, таким образом, формулой:

$$\frac{\Delta R}{R} = \text{константа} \tag{1}$$

для едва воспринимаемого прироста величины раздражения R.

Фехнер предположил, что если $\Delta R/R$ = константа, то и минимальный прирост ощущения (ΔS) относительно исходного уровня ощущения (S) тоже константа, т.е.

$$\Delta S = c\frac{\Delta R}{R}, \tag{2}$$

где c — константа пропорциональности. Формула (2) — это «основная формула Фехнера». Введение ΔS в уравнение (2) следует рассматривать как заключение Фехнера о равенстве между собой всех ΔS, всех минимальных приростов ощущения. Таким образом, приросты ощущения ΔS рассматриваются Фехнером как единицы измерения. Интегрируя уравнение (2), Фехнер получил

$$S = c \log_e R + C, \tag{3}$$

где C — константа интегрирования, а e — основание натуральных логарифмов. С помощью этой формулы, зная обе константы c и C, можно вычислить величину ощущения для стимула любой интенсивности. Однако поскольку константы неизвестны, эта формула неудовлетворительна, и Фехнер заменил C, сделав допущение о нулевой величине S при пороговой величине R. При $R = r$, т.е. при величине раздражения, равной абсолютному порогу, $S = 0$.

Подставляя значения R и S при $R = r$ в формулу (3), получаем

$$0 = c \log_e r + C,$$

$$C = - c \log_e r.$$

Теперь мы можем заменить C в формуле (3):

$$S = c \log_e R - c \log_e r = c (\log_e R - \log_e r) = c \log_e \frac{R}{r}.$$

Путем соответствующего изменения константы c на k переходят от натуральных логарифмов к десятичным, тогда

$$S = k \log \frac{R}{r}. \tag{4}$$

Это и есть Massformel Фехнера — формула для измерения ощущений. Шкала S — это шкала едва различимых приростов ощущения над нулем, т.е. ощущением при абсолютном пороге. Затем Фехнер сделал еще одно допущение. Он предположил, что мы можем измерять R, любой надпороговый стимул, его отношением к r, пороговому стимулу. Если, таким образом, принять r за единицу измерения, $r = 1$, то

$$S = k \log R. \qquad (5)$$

Этой последней формуле (5) Фехнер и дал название «закона Вебера». Выраженная словами, она гласит: величина ощущения пропорциональна логарифму величины раздражения. Разумеется, закон Вебера выражается формулой (1), а не формулой (5). Формула (5) выведена, как мы видели, при ряде условных допущений: во-первых, что единицей R является пороговая величина стимула r; во-вторых, что $S = 0$ при пороге, т.е. при $R = r$; в-третьих, что все ΔS, все минимальные воспринимаемые приросты величины раздражения, равны между собой. Прежде всего, формула (5) требует соблюдения формулы (1), а между тем последующие эксперименты показали, что отношение Вебера постоянно не во всем диапазоне интенсивностей раздражения. Тем не менее, несмотря на бесчисленную критику и все ограничения, закон Бугера—Вебера—Фехнера имеет достаточно широкую зону приложения. <...>

Фехнер считается одним из основателей экспериментальной психологии, а физиологи вправе сказать, что он развил открытие Бугера—Вебера в закон <...> и таким образом заложил основы измерения нервных процессов у человека с помощью варьирования и точного измерения наносимых раздражений.

Г.Т. Фехнер

[Эстетическое предпочтение форм]*

Для изучения предпочтений по отношению к форме было взято 10 прямоугольных карточек из белого картона, равных по площади квадрату со стороной 8 *см*, но с различными соотношениями сторон. Наименьшее отношение сторон соответствует квадратной карточке и равно 1:1, наибольшее — 5 : 2. Между этими крайними значениями имеется золотое сечение с отношением сторон 34 : 21.

В каждом новом опыте (с новым испытуемым) был новый случайный порядок расположения прямоугольников друг относительно друга. Таким образом, в течение нескольких лет испытуемым (представителям различных общественных слоев, людям различного характера и разного возраста старше 16 лет) ставился вопрос: какие из прямоугольников при максимальном абстрагировании от их возможного применения являются наиболее, а какие — наименее привлекательными? Полученные оценки суммировались для женщин и мужчин отдельно; результаты сведены в табл. 1.

Методика была такова, что когда испытуемый колебался между двумя или тремя прямоугольниками, это отмечалось соответственно как 0,5 или 0,33, так что каждый испытуемый оценивался в общем расчете единицей; отсюда — дробные величины при счете.

Для 228 мужчин и 119 женщин было получено 150 и 119 ответов соответственно.

Прежде чем начать обсуждение таблицы, отметим, как вели себя испытуемые в процессе проведения опытов. Большинство испытуемых обычно сразу заявляло, что тот или иной прямоугольник будет более предпочтительным в зависимости от характера его применения. Тогда экспериментатор указывал на возможность различного применения разных прямоугольников и просил

---

* Семиотика и искусствометрия / Ред. Ю.М. Лотман, В.М. Петров. М.: Мир, 1972. С. 326–329.

выбрать наиболее приятную для глаза форму, независимо от характера применения[1]. В ответ на это испытуемые либо заявляли, что они не находят никакого различия между предложенными формами, либо же выражали свое предпочтение и отрицательное отношение к ряду различных прямоугольников.

Таблица 1

Таблица опытов с 10 прямоугольниками*

V	*Z*		*z*		*Z*, %	
	М	Ж	М	Ж	М	Ж
1/1	6,25	4,0	36,67	31,5	2,74	3,36
6/5	0,5	0,33	28,8	19,5	0,22	0,27
5/4	7,0	0,0	14,5	8,5	3,07	0,0
4/3	4,5	4,0	5,0	1,0	1,97	3,36
29/20	13,33	13,5	2,0	1,0	5,85	11,35
3/2	50,91	20,5	1,0	0,0	22,33	17,22
34/21	78,66	42,65	0,0	0,0	34,50	35,83
23/13	49,33	20,21	1,0	1,0	21,64	16,99
2/1	14,25	11,83	3,83	2,25	6,25	9,94
5/2	3,25	2,0	57,21	30,25	1,43	1,68
Сумма	228	119	150	95	100,00	100,00

* *Примечание. V* — отношение сторон; *Z* — число предпочтений; *z* —число отрицаний; М — мужчины, Ж — женщины.

Был получен следующий результат: только в очень редких случаях все предложенные варианты полностью отвергались, но было и весьма мало случаев, когда выбор делался решительно и уверенно. Иногда имели место длительные колебания, и, когда испытуемые принимали решение, выбрав определенный прямоугольник, они затем при следующем опыте часто изменяли свое мнение или продолжали оставаться в нерешительности между двумя, тремя или даже четырьмя прямоугольниками.

Если опыт с теми же самыми испытуемыми проводился в другое время, после прекращения влияния ранее принятых решений, результаты опыта воспроизводились: прямоугольники, которые были выбраны в предыдущих опытах, выбирались не реже других и при иных условиях опыта. Несмотря на ненадеж-

---

[1] Несмотря на данное испытуемым указание не задумываться о применении прямоугольников, этот фактор, видимо, играл определенную отрицательную роль. Однако благодаря различным направлениям действия его влияние оказывается приближенно скомпенсированным.

ность каждого опыта в отдельности приведенная выше таблица дает в целом весьма надежные результаты.

Легко видеть, что число предпочтений Z убывает в обе стороны от золотого сечения, а число отрицаний z в обе стороны увеличивается; это наблюдается как для мужчин, так и для женщин. Отношение Z для золотого сечения к общему числу предпочтений у мужчин и женщин совершенно одинаково.

Автор всегда с недоверием относился к выбору (предпочтению) золотого сечения, так как этот выбор зависит в большой степени от среднего положения этой формы среди прямоугольников при опытах. Однако число предпочтений прямоугольников, близких к золотому сечению (т.е. с соотношением сторон от 1,558 до 1,692), равно приблизительно трети всех предпочтений. Интересно, что кривые предпочтений для мужчин и женщин имеют общую вершину в точке золотого сечения, однако различаются на других участках, причем процентный показатель для женщин снижается меньше при удалении от золотого сечения, чем для мужчин.

Ход кривой z зеркально отражает ход кривой предпочтений; в то время как Z достигает максимума в точке золотого сечения, z в этой точке равно нулю. Только вблизи квадрата подобного рода согласование не имеет места, причем Z сразу после квадрата сильно падает. Поэтому можно сказать, что квадрат более предпочтителен, чем ближайшие соседние фигуры.

Автор имеет основания доверять этим результатам, хотя предпочтение квадрата многими испытуемыми проявляется часто вследствие влияния некоторых предвзятых теоретических соображений, а именно: квадрат *должен* быть предпочтен, потому что он самый «правильный». Действительно, отдельные испытуемые именно этим объясняли причину своего предпочтения.

Автор считает, что золотое сечение предпочитают те лица, которые имеют хороший вкус (выбор золотого сечения вообще имел место там, где он происходил без колебаний).

При специально поставленных опытах с 28 рабочими различных специальностей прямоугольник, соответствующий золотому сечению, был выбран семью испытуемыми, а квадрат — пятью. И в этом случае предвзятость, видимо, сыграла роль: испытуемые, которые предпочли квадрат, приводили в качестве причины этого то, что он «самый правильный». Однако квадрат занял второе место с $z = 4$, тогда как прямоугольник 5/2 — первое место с $z = 13$.

Маленьким детям были предложены обе формы: золотое сечение и квадрат равной площади из яркой глянцевой бумаги. Детям не задавали вопроса, что им больше нравится, а просто давали разрешение одну из предложенных фигур взять с собой. При этом дети не могли решиться на немедленный выбор, а бросались от одного к другому. В опыте было установлено, что для различных детей имело значение, помещалась ли карточка с золотым сечением ближе к правой или левой руке, поэтому полученные результаты нельзя считать достоверными.

Выбор золотого сечения не зависел от положения большей стороны (параллельно линии, соединяющей зрачки, или перпендикулярно ей).

Кроме того, было проведено много измерений различных предметов прямоугольной формы. В результате опытов получены следующие результаты.

Были измерены форматы книжных переплетов, форматы печатного поля, листов писчей бумаги, размеры билетов, поздравительных открыток, фотокарточек, бумажников, грифельных досок, плиток шоколада, пряников, шкатулок, табакерок, кирпичей и т.д.

Некоторые виды прямоугольников давали отклонения в одну сторону от золотого сечения; но часто имел место и другой вид отклонений, так что золотое сечение занимало центральное положение.

Так, немецкие игральные карты несколько длиннее, а французские несколько короче, чем требуется по золотому сечению. Формат научных книг в одну восьмую листа почти всегда несколько длиннее, а детских книг — несколько короче, чем по золотому сечению. Измерения формата 40 книг беллетристики из фонда одной публичной библиотеки в среднем дали результат, соответствующий золотому сечению. Сложенные вдвое листки почтовой бумаги, по размерам которых изготовляются конверты, еще 50 лет назад были в среднем несколько короче, а сейчас они несколько длиннее, чем требуется по золотому сечению. Визитные карточки несколько длиннее, а коммерческие адресные карточки — несколько короче, чем требуется по золотому сечению. Измерения, проведенные в картинных галереях, показали, что отношение высоты картин к их длине, как правило, несколько меньше, чем требуется по золотому сечению.

Отрицательное отношение к квадрату проявляется вопреки всем теоретическим соображениям, и, несмотря на простоту его формы, он применяется чрезвычайно редко. Обычно охотнее выбираются предметы с формой, близкой к золотому сечению. Квадрат еще менее желателен, чем близкие к нему прямоугольники. Квадратные картины в музеях встречаются чрезвычайно редко; портреты по форме достаточно близкие к квадрату, обычно бывают несколько больше по высоте, чем по ширине. Правильный квадрат предпочитают тогда, когда при этом приобретаются практические преимущества свободы выбора. У коробок для шахмат, сахарниц и других относительно высоких ящичков форма сечения часто близка к квадратной. Подушки для сна и сидения весьма часто делаются квадратными, однако это связано с соображениями целесообразности, требующими более экономного использования материала и пространства.

Вольф и Хайгелин указывают, что квадрат находит применение во многих хороших архитектурных проектах как для планов, так и для фасадов. Но в архитектуре соображения полезности и целесообразности никогда нельзя сбросить со счетов, поэтому свидетельства из области архитектуры можно привлекать к проблемам эстетического предпочтения лишь с большой осторожностью. Кстати, и эти данные скорее говорят против квадрата, чем за него. Бесспорно,

что сильно превышающая золотое сечение по длине форма входных дверей в домах и дверей комнат в квартирах определяется формой тела человека. Но что касается дворцовых ворот, которые предназначены скорее не для входа, а для въезда, то ничто не мешало бы делать их квадратными, если бы эта форма казалась бы эстетически предпочтительной. Однако на деле квадратная форма никогда не встречается у дворцовых ворот, хотя иногда и наблюдается у ворот сараев, где эстетические соображения едва ли играют решающую роль. Аналогичные наблюдения касаются и формы окон, которая обычно близка к золотому сечению.

2 *Методы прямого измерения ощущений. Закон Стивенса. Типы шкал. Методы шкалирования*

Дж. Гласс, Дж. Стэнли

[Измерение и типы шкал]*

Измерение

Существует множество определений «измерения», несколько отличающихся друг от друга в зависимости от точки зрения исследователя. Общим во всех определениях является, по-видимому, следующее: *измерение* есть приписывание чисел вещам в соответствии с определенными правилами. Измерить рост человека — значит приписать число расстоянию между макушкой человека и подошвой его ног, найденному с помощью линейки. Измерение коэффициента интеллектуальности (*IQ*) ребенка — это присвоение числа характеру ответной реакции, возникающей у него на группу типовых задач. Измерение преобразует определенные свойства наших восприятий в известные, легко поддающиеся обработке вещи, называемые «числами». Каким невыносимым был бы мир, если бы мы не измеряли! Разве не полезно физику знать, что сталь плавится при высокой температуре, а путешественнику, — что Чикаго — это «город, вытянутый вдоль спускающегося вниз шоссе»? Известно, какую важную роль играет измерение в педагогике и почти в каждом социальном предприятии.

Измерительные шкалы

Представления о «шкалах измерений» образуют полезную группу понятий. Этими проблемами интересовались бихевиористы и некоторые другие ученые. Теперь мы кратко рассмотрим различные шкалы и их применение в статистике.

---

* *Гласс Дж., Стэнли Дж.* Статистические методы в педагогике и психологии. М.: Прогресс, 1976. С. 12—20.

Измерения в шкале наименований (номинальные измерения)[1]

Номинальное измерение (присвоение *обозначения* или *обозначений*) едва ли заслуживает того, чтобы называться «измерением». Это процесс группирования предметов в классы, когда объекты, принадлежащие к одному классу, идентичны (или почти идентичны) в отношении некоторого признака или свойства. Далее классам даются обозначения; вместо обозначений классы могут также принимать и часто принимают для идентификации числа, которые могут служить объяснением заголовка «*номинальное измерение*». Схемы классификации видов в биологии — примеры номинальных измерений. Психологи часто кодируют «пол», обозначая «особей женского рода» нулем, а «особей мужского рода» — единицей; это также номинальное измерение. Мы выполнили бы номинальное измерение, если бы присвоили 1 англичанам, 2 — немцам, а 3— французам. Равна ли одному французу сумма одного англичанина и одного немца (1 + 2 = 3)? Конечно, нет. Числа, которые мы присваиваем в номинальном измерении, обладают всеми свойствами любых других чисел. Мы можем складывать их, вычитать, делить или просто сравнивать. Но если процесс присвоения чисел предметам представлял собой номинальное измерение, то наши действия с величиной, порядком и прочими свойствами чисел вообще не будут иметь никакого смысла по отношению к самим предметам, поскольку мы не интересовались величиной, порядком и другими свойствами чисел, когда присваивали их. При номинальных измерениях используется исключительно та особенность чисел, что 1 отличается от 2 или 4 и что если предмет *A* имеет 1, а предмет *B* — 4, то *A* и *B* различаются в отношении измеряемого свойства. Отсюда вовсе не следует, что в *B* содержится больше свойства, чем в *A*. Три остальные шкалы, с которыми мы будем иметь дело, используют три следующих свойства чисел: числа можно упорядочивать по величине, их можно складывать и делить.

Порядковые измерения

Порядковое измерение возможно тогда, когда измеряющий может обнаружить в предметах различие степеней признака или свойства. В этом случае используется свойство «упорядоченности» чисел и числа приписываются предметам таким образом, что если число, присвоенное предмету *A*, больше числа, присвоенного *B*, то это значит, что в *A* содержится больше данного свойства, чем в *B*.

Допустим, мы просим кого-то проранжировать Мери, Джейн, Алису и Бетти с точки зрения красоты. Мы можем расположить их следующим образом:

[1] Использованные здесь названия шкал измерений и многие понятия принадлежат С.С. Стивенсу (см.: *Стивенс С.С.* Экспериментальная психология. М.: Иностранная литература, 1960. Т. 1).

Бетти, Джейн, Мери, Алиса. Порядковое измерение имеет место в том случае, когда мы присваиваем Бетти, Джейн, Мери и Алисе соответственно номера 1, 2, 3 и 4. Заметим, что номера 0, 23, 49 и 50 тоже подошли бы, поскольку расстояние между двумя соседними номерами не имеет значения. Мы не можем себе представить, что измеритель в состоянии распознать, например, будет ли различие между «количеством» красоты Бетти и Джейн больше или меньше разницы между красотой Джейн и Мери. Поэтому не стоит придавать большого значения тому, что разница в оценках Бетти и Джейн такая же, как и дистанция между Мери и Алисой.

Посмотрим теперь, как числа занимают места предметов. Числа — это частичные представители предметов; мы обращаемся к ним, когда важны как различия между ними, так и их порядок. При порядковых измерениях числа обеспечивают некоторую экономию при передаче информации. Вместо сообщения о том, что «Бетти признана наименее красивой, Джейн — следующей за ней, Мери — второй после самой красивой, а Алиса — самой красивой», мы можем сказать:

Имя	Отметка на шкале
Мери	3
Джейн	2
Алиса	4
Бетти	1

Шкала твердости минералов — тоже порядковая шкала. Если минерал *A* может оставить царапины на минерале *B*, то он тверже, следовательно, он получает более высокий номер. Предположим, что минералам *A*, *B*, *C* и *D* подобным способом приписаны соответственно номера 12, 10, 8 и 6. Нам известен самый твердый и самый мягкий минерал. Разность твердостей *A* и *B* является такой же, как и разность твердостей *C* и *D*, или нет? Мы не имеем об этом никакого представления, потому что номера были присвоены так, что учитывались только признаки однозначности и порядка — измерение было порядковым.

Другой известной порядковой шкалой является «ранг в классе средней школы». Номера устанавливаются от «1» для «максимального среднего значения отметок» до *n* для «минимального среднего значения отметок» в группе из *n* учеников. (Если бы, например, три первых ученика имели максимально возможные средние, то каждый из них должен был бы получить ранг «2», представляющий собой среднее первых трех рангов 1, 2 и 3. Этот способ присвоения чисел основан на соглашении, потому что сохраняется постоянной сумма связанных и несвязанных рангов, например: $1+2+3=2+2+2$.)

Не существует закона, запрещающего кому-либо складывать, вычитать, умножать и производить другие операции над числами, которые присвоены предметам в ходе порядкового измерения. Однако результаты этих операций могут и ничего не говорить о количествах анализируемого свойства, которым

обладают предметы, соответствующие этим числам. Например, различие между «рангами красоты» Алисы и Бетти равно трем; различие между рангами Мери и Джейн равно единице. Но есть ли смысл в том, что разница в красоте между Алисой и Бетти оценивается в три раза выше, чем между Мери и Джейн? Конечно, нет. Результаты арифметических действий здесь нельзя интерпретировать так, что они говорят нам что-либо о количествах свойства, которым фактически обладают предметы. Вы можете делать с числами, которые вы получаете, все, что угодно, но вы всегда столкнетесь с вопросом: «Имеют ли какое-нибудь значение результаты этих операций?»

Интервальные измерения

Интервальное измерение возможно, когда измеритель способен определить не только количества свойства в предметах (характеристика порядкового измерения), но также фиксировать равные различия между предметами. Для интервального измерения устанавливается единица измерения (градус, метр, сантиметр, грамм и т.д.). Предмету присваивается число, равное количеству единиц измерения, которое эквивалентно количеству имеющегося свойства. Например, температура некоторого металлического бруска 86° по Цельсию. Важная особенность, отличающая интервальное измерение от измерения отношения (которое будет рассмотрено ниже), состоит в том, что оцениваемое свойство предмета вовсе не пропадает, когда результат измерения равен нулю. Так, вода при 0°С имеет все же *некоторую* температуру. Точка нуль на интервальной шкале произвольна.

Числа, приписываемые в процессе интервального измерения, имеют свойства однозначности и упорядоченности. Кроме того, в данном случае существенна и разница между числами. Число, присвоенное предмету, представляет собой количество единиц измерения, которое он имеет. Сегодня температура 16° по Цельсию; вчера 13°. Сегодня на 3° теплее, чем вчера. Если завтра температура будет 22°, то вчера и сегодня имеют больше сходства с точки зрения температуры, чем вчера и завтра. Разность между 13 и 16 составляет половину разности между 16 и 22; кроме того, величины этих разностей говорят нам кое-что о температуре воздуха.

Исчисление лет — интервальная шкала. Год первый был выбран произвольно как «год рождения» Христа. Единица измерения — период в 365 дней. 1931 г. ближе к настоящему времени, чем любой другой год с меньшим номером. Время между 1776 и 1780 гг. равно времени между 1920 и 1924 гг. Джемс К. Полк был президентом США в течение срока (1845—1849) вдвое меньшего, чем Дуайт Д. Эйзенхауэр (1953—1961).

Интервальное измерение — это такое присвоение чисел предметам, когда равные разности чисел соответствуют равным разностям значений измеряемого признака или свойства предметов.

Измерение отношений

Измерение отношений отличается от интервального только тем, что нулевая точка не произвольна, а указывает на полное отсутствие измеряемого свойства. Измеритель может заметить отсутствие свойства и имеет единицу измерения, позволяющую регистрировать различающиеся значения признака. Равные различия чисел, присвоенных при измерении, отражают равные различия в количестве свойства, которым обладают оцениваемые предметы. Кроме того, раз нулевая точка не произвольна, а абсолютна, то не лишено смысла утверждение, что у *А* в два, три или четыре раза больше свойства, чем у *В*.

Рост и вес являются примерами шкал измерения отношений. Нулевого роста вообще не существует, а мужчина ростом 183 *см* в два раза выше мальчика, имеющего рост 91,5 *см*. Шкала отношений называется так потому, что отношения чисел для нее существенны. Эти отношения можно интерпретировать как отношения значений свойств измеряемых объектов. Установление отношения применительно к точной интервальной шкале в терминах количества свойства в объектах не имеет смысла. Например, если 3 июня максимальная температура была 32°С, а 17 марта — 8°С, то *неправильно* говорить, что 3 июня была температура в четыре раза выше, чем 17 марта.

В педагогике и в науках о поведении большинство измерений относится к номинальному, порядковому и интервальному уровням. Лишь наименее важные переменные в этих областях допускают пока измерение отношений: в действительности только с трудом можно найти шкалы, удовлетворяющие условиям интервальной шкалы. Иногда переменные шкалы отношений, такие, как время (решения задачи или заучивания списка слов), рост, вес или расстояние, могут представлять интерес, но это бывает не часто. Таблица 1 подводит итог и дополняет сказанное относительно шкал измерения.

Измерительные шкалы описаны выше догматически. Мы пытались опереться на доводы небольшой группы психологов, имеющих точные представления об уровне, на котором проводится измерение. Мы не можем изложить их аргументы так хорошо, как они это сделали сами, и поэтому рекомендуем обратиться к их работам, прежде чем вынести суждение об их позиции. В этих работах вы найдете доводы за и против вышеприведенных понятий[2].

---

[2] См.: *Anderson N.H.* Scales and statistics: parametrics and nonparametrics // Psychological Bulletin. 1961. Vol. 58. № 4. P. 305—316; *Kaiser H.F.* Review of «Measurement and Statistics» by Virginia Senders // Psychometrica. 1960. Vol. 25. P. 411—413. (Этот обзор работы Сендерс является в высшей степени критическим по отношению к позиции, занимаемой Стивенсом и Сендерс); *Lord F.M.* On the statistical treatment of football numbers // American Psychologist. 1953. Vol. 8. P. 750—751. (Эта сатирическая статья видного психометрика и статистика представляет собой убедительный вывод против такого представления, будто шкала измерения указывает, какую статистику можно использовать); *Senders V.L.* Measurement and Statistics. N.Y.: Oxford University Press, 1958. (Этот учебник построен на основе понятий Стивенса; позиция автора — одна из крайних позиций, занимаемых психологами); *Siegel S.* Nonparametric Statistics. N.Y.: McGraw-Hill, 1956. (Позиция

Таблица 1

Сводка характеристик и примеры измерительных шкал

Шкала	Характеристики	Примеры
Наименований	Объекты классифицированы, а классы обозначены номерами. То, что номер одного класса больше или меньше другого, еще ничего не говорит о свойствах объектов, за исключением того, что они различаются.	Раса, цвет глаз, номера на футболках, пол, клинические диагнозы, автомобильные номера, номера страховок.
Порядковая	Соответствующие значения чисел, присваиваемых предметам, отражают количество свойства, принадлежащего предметам. Равные разности чисел не означают равных разностей в количествах свойств.	Твердость минералов, награды за заслуги, ранжирование по индивидуальным чертам личности, военные ранги.
Интервальная	Существует единица измерения, при помощи которой предметы можно не только упорядочить, но и приписать им числа так, чтобы равные разности чисел, присвоенных предметам, отражали равные различия в количествах измеряемого свойства. Нулевая точка интервальной шкалы произвольна и не указывает на отсутствие свойства.	Календарное время, шкалы температур по Фаренгейту и Цельсию.
Отношений	Числа, присвоенные предметам, обладают всеми свойствами объектов интервальной шкалы, но, помимо этого, на шкале существует абсолютный нуль. Значение нуль свидетельствует об отсутствии оцениваемого свойства. Отношения чисел, присвоенных в измерении, отражают количественные отношения измеряемого свойства.	Рост, вес, время, температура по Кельвину (абсолютный нуль).

Эти работы могут создать впечатление, что «шкала» некоторым образом задает определенные свойства. Некий набор чисел, присвоенных группе объектов, вполне определенно относит их к той или иной категории: шкала является либо номинальной, либо порядковой, либо интервальной, либо шкалой отношений; и ничего другого нет. Эта позиция может привести к хаосу при недостатке понимания со стороны тех, кто реально осуществляет психологические и педагогические измерения. Сторонники Стивенса утверждают, например,

---

Зигеля идентична позиции Стивенса. Книга Зигеля сосредоточивает внимание на том, какие статистические методы свойственны тем или иным шкалам. Несмотря на полезный во многих отношениях материал, подчеркивание «допустимости» и «пригодности» статистики, вероятно, неуместно); Математика, измерение и психофизика // Экспериментальная психология / Под ред. С.С.Стивенса. М.: Иностранная литература, 1960. Т. I. С. 19—89. (Эта ранняя статья пробудила интерес к проблеме измерительных шкал и вызвала горячую полемику).

что шкалы IQ (коэффициента интеллектуальности) порядковые, а не интервальные. Некритичное принятие этого утверждения вынуждает совершенно игнорировать величину разницы между оценками IQ. Предположим, Джо имеет по шкале IQ оценку 50, Сэм — 110, а Боб — 112. Если IQ — в самом деле порядковая шкала, то можно сказать лишь, что Боб умнее Сэма, который умнее Джо. Утверждение, что Боб и Сэм более похожи с точки зрения IQ, чем Сэм и Джо, было бы неоправданно. Сказать, что последнее утверждение необоснованно, потому что шкалы IQ — только порядковые шкалы, было бы произволом. Спросите человека, проводившего испытания IQ, и он скажет вам до проверки детей, что Джо гораздо менее умен, чем Сэм и Боб, которые более близки друг к другу. Попытайтесь внушить этому исследователю, что ему не следует обращать внимания на величины различий между оценками, и он попросит вас заняться вашим собственным делом и будет прав. Даже несмотря на то, что единица IQ не совсем эквивалентна единице измерения при различных значениях IQ, шкалы IQ находятся не на одном уровне с более низкими порядковыми шкалами. Шкала IQ производит как строго порядковую, так и интервальную категоризацию: может быть лучше говорить о ней как о «квазиинтервальной».

Часто для исследователя важно классифицировать шкалы измерений по категориям. Если числа, которые измеритель приписывает *n* различным объектам, представляют собой ряд не более чем в *n* рангов, то есть 1, 2, ..., *n* (порядковая шкала), то некоторые операции с числами бессмысленны по отношению к свойствам объектов. Исследователя следует предупредить об этом. Он должен понимать также, что если он произвольно присвоил 3 мужчинам, а 2 женщинам (номинальное измерение), то тот факт, что 3 больше 2, ничего не говорит об измеряемом признаке, называемом «пол». Таким образом, различия между шкалами могут оказаться полезными. Однако, за исключением крайне редко используемых мер (таких, как время, длина, масса), педагогические и психологические измерения, особенно клинические, не поддаются какой-либо простой классификации, вроде «порядковой» или «интервальной».

Больше мы не будем делать замечаний по шкалам. Лишь немногие статистические методы, обсуждаемые в этой книге, строились с учетом связи мер с объектами измерения. Характер этой связи представляет интерес для специалиста по измерениям. Статистические методы — это средства анализа чисел, как таковых, а не как истинных значений некоторого признака. Всякий статистический метод можно применить к любой совокупности чисел (с некоторыми ограничениями, разумеется), но мы не знаем метода, который был бы неэффективным, потому что используемые в нем числа являются «неподходящими». Статистические методы (вероятно, кроме некоторых психометрических методов шкалирования) ничего не добавляют и ничего не отнимают от значимости чисел, к которым они применяются. Эта точка зрения, сформулированная с юмором и проницательностью, принадлежит Каплану:

Математика может избавить нас от мучительной необходимости размышлять, но мы должны платить за эту привилегию, испытывая муки раздумий как до того как математика вступает в действие, так и после.

Я вспоминаю детскую загадку, где обнаруживается эта необходимость. Трое мужчин зарегистрировались в отеле, уплатив по 10 долларов каждый за комнату. Служащий, чуть позже сообразивший, что три комнаты составили комплект, стоимость которого только 25 долларов, дал 5 долларов коридорному для возврата гостям. Так как 5 долларов не делятся на три, а также и по другим, менее деликатным причинам коридорный оставил 2 доллара у себя и вернул только 3. На обратном пути он подсчитал: «Каждый из них заплатил 10 долларов. Я вернул 3 доллара или по одному доллару каждому, поэтому каждый из них в действительности заплатил 9. Далее, трижды девять — 27, плюс 2 доллара, которые я оставил у себя, получим 29. Где же тридцатый доллар?» Конечно, если его 2 доллара вычесть из 27, а не прибавить, то остаток равен 25 — сумме оплаты отеля. Мы вольны складывать числа, если хотим, но не должны рассчитывать, на то, чтобы сумма играла какую-нибудь роль в данной ситуации. В махинациях коридорного отсутствует не доллар, а здравый смысл: его логика была не лучше, чем его мораль[3].

[3] *Kaplan A.* The Conduct of Inquire. San Francisco: Chandler, 1964. P. 205—206.

С. Стивенс,
Ф. Джелдард

[Методы измерения отношений. Шкала сонов]*

Прежде, чем рассматривать конкретные примеры шкал отношений, коротко познакомимся с проблемой метода или процедуры. Методы создания шкал отношений субъективной величины относительно новы. <...> Все они в той или иной форме требуют от субъекта количественных оценок субъективных впечатлений. Многие авторы уверяли, что это бессмыслица и ерунда. Однако психологи, придерживающиеся этих методов, все же идут вперед. <...> В настоящее время в принципе существуют 4 метода, но у каждого из них есть различные варианты. Мы можем классифицировать более или менее систематически эти методы следующим образом.

1. Оценка отношения:
   а) прямые измерения отношений;
   б) «постоянная сумма».
2. Установление отношения:
   а) деление (фракционирование);
   б) умножение (мультипликация).
3. Оценка величины:
   а) заданный модуль (заданный масштаб, мера);
   б) без модуля (не обозначен масштаб).
4. Установление величины.

Я уверен, что во многих психологических исследованиях царит еще больший терминологический хаос, чем в наименованиях психофизических методов. <...> Внеся сначала свою долю в эту путаницу, я затем попытался внести некоторый порядок в приведенный выше список.

---

* Проблемы и методы психофизики / Ред. А.Г .Асмолов, М.Б.Михалевская. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. С. 71—76; Хрестоматия по ощущению и восприятию / Ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, М.Б.Михалевская. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. С. 256—261.

Частично благодаря моим усилиям, второй класс методов, который появился в истории первым, получил название *фракционирования*, так как обычная процедура метода требует от испытуемого, чтобы он установил (выбрал) стимул для получения ощущения, оцениваемого как половина ощущения, вызванного стандартным стимулом. Другие дроби также используются и дают содержательные результаты. Фракционирование в этом смысле является только частью более общего метода. Другая часть, которую можно назвать умножением или *мультипликацией* включает в себя дополнительную процедуру, требующую, чтобы испытуемый идентифицировал или установил предписанное отношение, которое больше единицы, т.е. переменный стимул в два, три и т.д. раза больше заданного стандарта. Эта процедура использовалась, вероятно, не так часто, как следовало бы; в пользу этого есть достаточно оснований, показывающих, что применение процедуры удвоения в качестве дополнительной к делению пополам дает возможность сбалансировать определенные систематические отклонения.

Эти две процедуры вместе могут быть названы *установлением отношения*. Установление отношения может осуществляться различными способами. Так, экспериментатор может разрешить испытуемому регулировать стимул для того, чтобы получить предписанное отношение к стандарту, или же экспериментатор может сам установить стимул и спросить испытуемого, имеет ли место предписанное отношение (метод «постоянных стимулов»). <...>

Метод *оценки отношения* — обратный по процедуре методу установления отношения. Вместо того, чтобы задать отношения заранее, экспериментатор подает два (или более) стимула и просит испытуемого назвать отношения между ними. Испытуемый может дать прямую оценку отношений, как и в первых опытах Ричардсона и Росса[1], или он вынужден будет выразить отношение при помощи деления заданного числа точек на две группы, пропорциональные двум стимулам по способу, предложенному Метфесселем[2]. Принуждение, включенное в так называемый метод «постоянной суммы», содержит очевидные недостатки, которые проявляются при работе с большим диапазоном отношений.

Метод *оценки величины*[3] имеет дело с отношениями как таковыми и требует, чтобы испытуемый приписал числа последовательности стимулов при инструкции выбирать числа, пропорциональные воспринимаемым величинам ощущений. Экспериментатор может задать меру (модуль) предъявлением некоторого стимула и дать ему некоторое особое значение, например, 10, или он может представить испытуемому возможность самому свободно выбрать свой модуль. <...>

---

[1] См.: *Richardson L.F., Ross J.S.* Loudness and telephone current // J. gen. Psychol. 1930. Vol. 3. P. 288—306.

[2] См.: *Metfessel M.F.* A proposal for quantitative reporting of comparative judgments // J. Psychol. 1947. Vol. 24. P. 229—235.

[3] См.: *Stevens S.S.* The direct estimation of sensory magnitudes: Loudness // Amer. J. Psychol. 1956. Vol.69. P. 1—25.

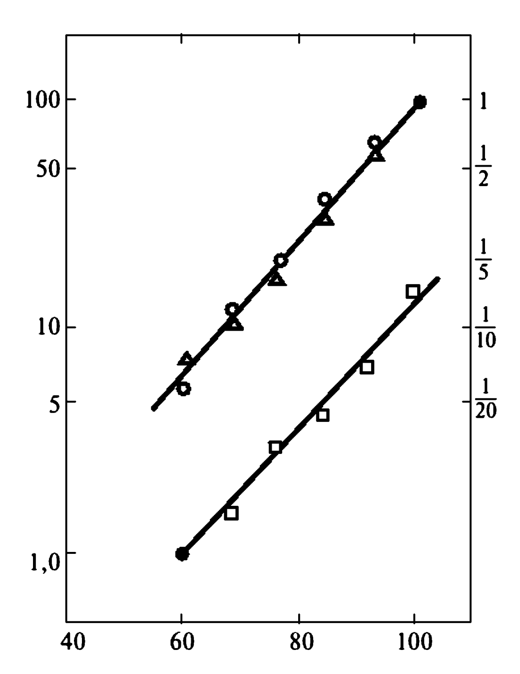


Рис. 1. Сенсорные величины, полученные двумя методами на одной и той же группе испытуемых

Абсцисса — уровень звукового давления в децибелах. Верхняя прямая показывает оценку громкости, полученную методом оценки величины (левая ордината), и методом оценки отношения (правая ордината). Нижняя прямая показывает хорошее соответствие данных той же степенной функции (наклоны прямых точно совпадают), когда вместо модуля 100, использовавшегося в эксперименте, был выбран модуль 1. Кружочками и квадратиками обозначены результаты оценки величины, треугольниками — результаты оценки отношения[4]

Результаты, полученные с помощью такого метода, хорошо соответствуют результатам, полученным с помощью метода оценки отношения. На рис. 1 (верхняя кривая) показаны результаты решения обеих задач группой из 8 испытуемых. В этом опыте для оценки величины использовался максимальный модуль 100 — модуль не обязательно должен иметь «умеренную» интенсивность или быть «центральным» числом, — и испытуемым предъявлялись для численной оценки 5 более слабых и достаточно удаленных друг от друга громкостей. При оценке отношения модуль был равен 1, а знаменатель дроби варьировал в зависимости от интенсивности тона. Нижняя кривая показывает, что во второй задаче была получена та же функция. А именно линии, соединяющие точки, имеют такой же наклон, когда модуль представлен наименьшей интенсивностью (1,0 для звука в 60 *дБ*), а все оцениваемые интенсивности оказываются выше его.

Возможно, наиболее важным результатом экспериментов по оценке величины является вывод, теперь уже достаточно убедительный, что для некоторых сенсорных характеристик ***равные отношения между стимулами приводят к равным***

[4] См.: *Stevens S.S.* The direct estimation of sensory magnitudes: Loudness // Amer. J. Psychol. 1956. Vol. 69. P. 19.

отношениям между ощущениями. Чтобы понять смысл этого утверждения, достаточно взглянуть на рис. 1. Заметим, что на ординате отложены значения в логарифмических единицах, т.е. расстояния от 1 до 10 равны расстоянию от 10 до 100. Абсцисса также является логарифмической шкалой, так как сам децибел является логарифмической единицей. Если изображенная на графике зависимость между двумя логарифмическими переменными выражается прямой линией, то мы знаем, что имеем дело со степенной функцией. Такая функция представлена на рис. 1; она была получена при многих других измерениях сенсорных величин. <...>

Метод оценки величины является логически обратным методу *установления величины*; этим методом больше всего пренебрегали. Вместо предъявления серии стимулов в случайном порядке и вместо того, чтобы просить испытуемого оценить их воспринимаемые величины, экспериментатор может назвать различные величины и попросить испытуемого отрегулировать стимулы таким образом, чтобы они были пропорциональны субъективным величинам. Подобно любому методу, он имеет, вероятно, свои достоинства и свои недостатки, и интересно выяснить величины, по крайней мере, некоторых из них. <...>

Все четыре метода дают необходимые данные для построения шкалы отношений. Каждый метод может быть изменен и модифицирован множеством различных способов. Нужно не только изменять и адаптировать методы для успешного разрешения конкретной проблемы, но и в любой серьезной попытке создания определенной шкалы для заданного перцептивного континуума требуется искать возможные источники отклонений, смещений и искажений, используя разные методы и различные значимые параметры. В настоящее время валидная шкала, которая представляет типичного испытуемого, едва ли может быть получена с первой попытки. <...>

Толчок к разработке метода — это целая проблема. Сам метод, сколь бы блистательным и перспективным он ни был, немного стоит, если за ним не стоит методология. Физики и психологи разрабатывают утонченные методы измерения громкости главным образом потому, что разработка этой проблемы представляет для них практический интерес, в особенности для инженеров-акустиков. Это видно уже из того факта, что некоторые из самых ранних работ оплачены коммерческими компаниями. Довольно любопытно, что практическая проблема возникла из-за очевидных недостатков закона Фехнера. Вскоре после принятия децибельной шкалы для измерения интенсивности звука инженеры заметили, что равные деления на логарифмической децибельной шкале не «ведут» себя как равные: уровень 50 *дБ* выше порога совсем не звучит как половина 100 *дБ*, как это следует из закона Фехнера. Поскольку инженер-акустик часто должен объяснять своим заказчикам значение эзотерических акустических измерений, стало очевидным, что требуется шкала, на которой числа должны быть пропорциональны громкости, воспринимаемой рядовым слушателем. <...> Мы использовали шкалу сонов при разработке метода оценки громкости белого шума[5]. <...>

---

[5] См.: *Stevens S.S.* The calculation of the loudness of complex noise // J. Acoust. Soc. Amer. (in press).

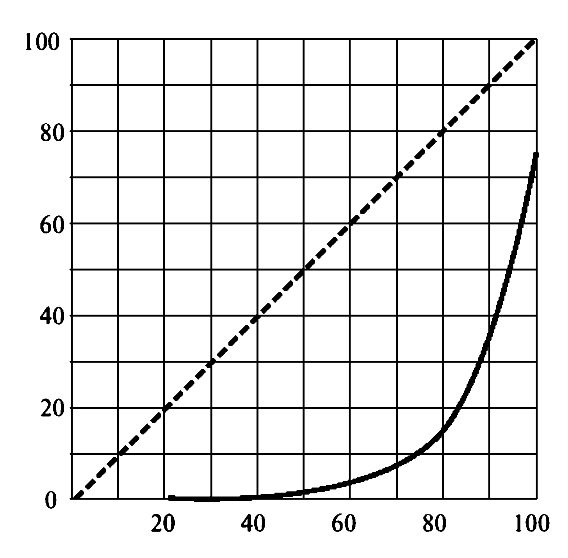


Рис. 2. Зависимость громкости от интенсивности звука

Ось абсцисс — интенсивность звука в децибелах над абсолютным порогом; ось ординат — громкость в сонах. При низких физических интенсивностях оценка громкости (сплошная линия, названная «шкала в сонах») возрастает медленно, а при высоких — быстро. Мера физической интенсивности — децибел определяется как $1/10 \log_{10} E_1/E_0$, где $E1$ — измеряемая акустическая энергия, $E0$ — энергия условного эталона, взятого в качестве точки отсчета (обычно 0,0002 *дин/см*^{2}, что приблизительно соответствует абсолютному слуховому порогу «среднего» молодого человека при частоте тона, равной 1000 *Гц)*. Таким образом, децибелы изменяются по логарифмическому закону, 0 *дБ* соответствует интенсивность звука, равная порогу слышимости, 40 *дБ* — интенсивность звука в среднем учреждении, 60 *дБ* — интенсивность голосов во время разговора, 100 *дБ* — грохот в котельном цехе, 120 *дБ* — удар грома, а рев реактивных двигателей некоторых самолетов может достигать 160 *дБ* и более. Прерывистая линия, обозначенная как «шкала в децибелах», показывает, какой вид имела бы зависимость между громкостью и физической интенсивностью, если бы выполнялся закон Фехнера, так как громкость дана в линейном масштабе, меняется по линейному закону, а интенсивность (децибелы) — по логарифмическому[6]

Допустим, что строится шкала отношений для громкости звука. Испытуемому предъявляют тон постоянной интенсивности и предлагают подобрать более тихий тон так, чтобы его громкость была равна половине громкости эталона. Эта процедура повторяется на разных уровнях интенсивности в широком диапазоне. Установки испытуемого представляют собой большое число интервалов, каждый из которых оценивается как отношение 1:2. С их помощью можно построить шкалу. Это будет шкала отношений, которая содержит истинный нуль.

Какой вид будет иметь такая шкала, если ее поместить вдоль шкалы физической интенсивности? Ответ можно получить, рассмотрев рис. 2. Громкость — мера силы звукового ощущения, представлена в зависимости от интенсивности стимула в децибелах (см. подпись к рис. 2). Увеличение оценки громкости по

---

[6] См.: *Woodworth R.S., Schlosberg H.* Experimental psychology. N.Y.: Henry Holt, 1954. P. 239.

мере увеличения интенсивности стимула изображено сплошной линией, названной «шкалой сонов». *Сон* — единица громкости. Один сон — громкость тона, частота которого равна 1000 *Гц*, а интенсивность — 40 *дБ* над абсолютным порогом. Два сона равны удвоенной громкости, три сона — утроенной громкости и т.д. Крутой участок кривой означает, что при высоких интенсивностях звука громкость возрастает быстрее. По определению, один сон получают при тоне 40 *дБ*. Видно, что 2 *сона* имеют место при тоне 55, 7 *сонов* — при 60, 13 *сонов* — при 70, 25 *сонов* — при 80, 50 *сонов* — при 90 *дБ* над абсолютным порогом. При низких уровнях интенсивности звука мы должны сильно продвинуться по нашей логарифмической шкале физической энергии, чтобы получить незначительное возрастание громкости, но при высоких интенсивностях сравнительно небольшое увеличение энергии ведет к громадному изменению громкости. Указанные выше соотношения получены эмпирически в результате тщательных экспериментов. Для упрощения расчетов громкости было принято международное соглашение о том, что увеличение интенсивности на 10 *дБ* удваивает громкость. Итак, громкость звука, интенсивность которого равна 40 *дБ*, составляет 1 *сон*; 50 *дБ* — 2; 60 *дБ* — 4; 70 *дБ* — 8 и т.д.

Прерывистая линия (рис. 2), названная шкалой «децибел», показывает, как увеличилась бы громкость, если бы выполнялся закон Фехнера, так как на горизонтальной оси отложены логарифмические единицы — децибел тоже является логарифмической единицей — интенсивность ощущения должна быть связана с ней линейно. Ясно видно большое расхождение между предсказаниями закона Фехнера и результатами измерений по методу фракционирования.

С. Стивенс

Психофизика сенсорной функции[*]

Исследование природы сенсорного процесса начинается с психофизики — дисциплины, зародившейся сто лет назад и изучающей ответные реакции организма на воздействие энергий окружающей среды. <...> У психофизики было несчастливое детство. Хотя еще в пятидесятых годах XIX в. Плато сделал нерешительную попытку правильно определить форму функции путем соотнесения воспринимаемой интенсивности с интенсивностью раздражителя, тем не менее, его голос был заглушен Фехнером, который сковал развитие только что зародившейся дисциплины, обременив ее глубоко ошибочным «законом», носящим его имя[1]. Быть может, самой трудной задачей, стоящей перед нами, является освобождение науки от господства столетней догмы, утверждающей, что интенсивность ощущения возрастает как логарифм интенсивности раздражителя (закон Фехнера). На самом деле данное отношение вовсе не выражается логарифмической функцией. К настоящему времени на примере более чем двадцати сенсорных континуумов показано, что кажущаяся или субъективная величина возрастает как *степенная функция* от интенсивности раздражителя, и что показатели степенной функции лежат в пределах от 0,33 для яркости до 3,5 для электрического раздражения (60 *Гц*) пальцев руки <...> В табл. 1 указаны показатели степенных функций некоторых из исследованных континуумов. <...>

По-видимому, существует простой и повсеместно действующий психофизический закон, — закон, о котором одно время догадывался Плато и от которого он впоследствии отказался. Этот закон целиком соответствует не только все увеличивающемуся потоку эмпирических данных, но также и известным разумным принципам построения теории[2]. О степенном законе более подробно будет сказано далее, здесь же следует сказать несколько слов о Фехнере. <...>

---

[*] Хрестоматия по ощущению и восприятию / Ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, М.Б. Михалевской. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. С. 261—269.

[1] См.: *Stevens S.S.* On the psychophysical law // Psychol. Rev. 1957. Vol. 64. P. 153—181.

[2] См.: *Luce R.D.* On the possible psychophysical Jaws // Psychol. Rev. 1959. 66. P. 81—95.

Таблица 1

Характерные показатели степенных функций, соотносящие психологическую величину с величиной стимуляции

Континуум	Показатель	Условия раздражения
Громкость	0,6	Бинауральное
Громкость	0,54	Моноуральное
Яркость	0,33	Размер раздражителя — 5°, наблюдатель адаптирован к темноте
Яркость	0,5	Точечный источник света в условиях темновой адаптации
Светлота	1,2	Отражательная способность серой бумаги
Запах	0,55	Кофе
Запах	0,6	Гептан
Вкус	0,8	Сахарин
Вкус	1,3	Сахароза
Вкус	1,3	Соль
Температура	1,0	Холод на руку
Температура	1,6	Тепло на руку
Вибрация	0,6	250 *Гц* на палец
Вибрация	0,95	60 *Гц* на палец
Длительность	1,1	Раздражитель — белый шум
Период повторения	1,0	Свет, звук, прикосновение, электрическое раздражение
Расстояние между пальцами	1,3	Толщина деревянных брусков
Давление на ладонь	1,1	Статическое усилие на кожу
Тяжесть	1,45	Поднятие тяжести
Усилие сжатия кисти руки	1,7	Точный ручной динамометр
Аутофонический уровень	1,1	Звуковое давление при произнесении звуков
Электрическое раздражение	3,5	Ток 60 *Гц*, пропущенный через пальцы

Выводя свой логарифмический закон, Фехнер ошибочно предполагал, что минимальный прирост ощущения (ΔS) будто бы есть постоянная величина на всем протяжении психологической шкалы. Он также предположил, что постоянным является отношение едва заметного изменения раздражителя (ΔR) к его исходной величине (R), т.е.

$$\Delta R / R = k \text{ (закон Вебера),}$$

у него получилось, что постоянно ΔS.

Из этих двух предположений он вывел отношение

$$S = k \log R$$

и тем самым нанес большой вред всему делу. <...>

Предположим, что Фехнер принял бы положение о постоянстве отношения не только для е. з. р. стимуляции R, но также и для ее субъективного коррелята е.з.р. — ΔS. Тогда он смог бы написать:

$$\Delta S/S = k\,\Delta R/R,$$

откуда следовало бы, что психическая величина S является степенной функцией физической величины R. Однако он отбросил это предположение, когда оно впервые было сделано Брентано. В результате временной победы Фехнера в психофизике открылся период бесплодных исследований, когда казалось, что нет более интересной работы, чем измерение е. з. р. Так логарифмический закон стал «пещерным идолом»[3].

Но довольно о прошлом. Начиная с 30-х гг. XX в. значение психофизики стало восстанавливаться. Новый интерес к очень старой проблеме сенсорного ответа возник благодаря изобретению методов, описывающих соотношение входа и выхода сенсорных систем. Эти методы показывают, что сенсорные ответы возрастают по степенному закону. При изучении поведения так редко удается показать, что простое отношение сохраняется при самых различных видах стимуляции, что широкое распространение и постоянство степенного закона действительно приобретают большое значение.

Конечно, можно себе представить, что ощущения всех модальностей возрастают одинаково с увеличением интенсивности стимуляции. На самом деле это совсем не так, и это легко показать при помощи элементарного сравнения. Заметьте, что, например, происходит при удвоении освещенности пятна света и, с другой стороны, силы тока (частота 60 *Гц*), пропускаемого через палец. Удвоение освещенности пятна на темном фоне удивительно мало влияет на его видимую яркость. По оценке типичного наблюдателя кажущееся увеличение составляет всего лишь 25%. При удвоении же силы тока ощущение удара увеличивается в десять раз. <...>

При более близком рассмотрении, однако, обнаруживается, что у яркости и удара имеется одна общая главнейшая черта. В обоих случаях психологическая величина S относится к физической величине R следующим образом: $S = kR^n$.

Показатель n принимает значение 0,33 для яркости и 3,5 — для удара. Значение k зависит только от выбранных единиц. <...>

Степенная функция имеет то преимущество, что при использовании логарифмического масштаба на обеих осях она выражается прямой линией, наклон которой соответствует значению показателя. Это видно на рис. 1: медленное увеличение яркостного контраста и быстрое усиление ощущения удара электрическим током. Для сравнения на этом рисунке показана также функция оценки видимой длины линий, сделанной несколькими наблюдателями. Здесь, как и следовало ожидать, показатель функции лишь немного отличается от 1,0. Ина-

---

[3] Игра слов: *den* по-английски означает *пещера*, а также *кабинет ученого*. — *Пер. источника.*

че говоря, для большинства людей отрезок 100 *см* кажется вдвое длиннее, чем отрезок 50 *см*. <...>

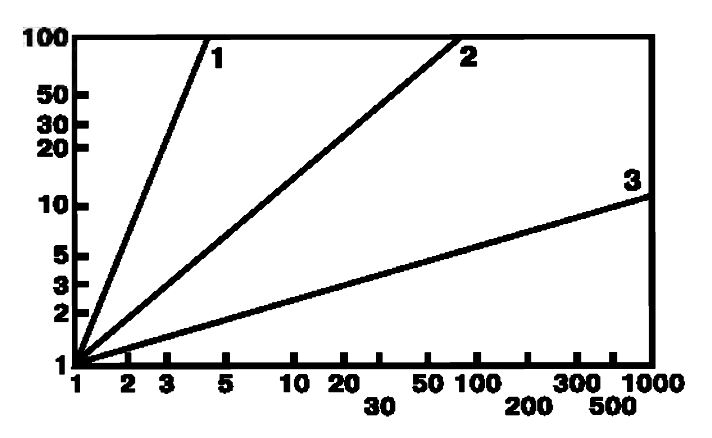


Рис. 1. Зависимости субъективной величины (ощущения) от величины раздражителя для 3-х модальностей, представленные в логарифмическом масштабе на обеих осях

1 — электрический удар; 2 — воспринимаемая длина; 3 — яркость; абсцисса — величина раздражения (условные единицы); ордината — психологическая величина (произвольные единицы)

На рис. 2 — те же самые три функции представлены в линейных координатах.

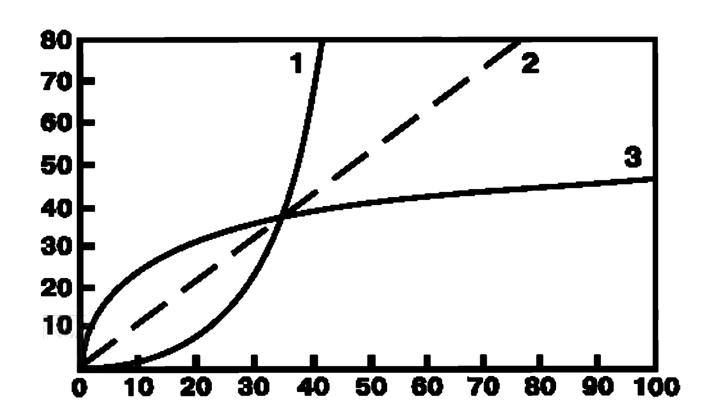


Рис. 2. Те же зависимости, что и на предыдущем рисунке, представленные в линейных координатах

Форма функции вогнутая или выпуклая, зависит от величины показателя степени: *n* больше или меньше 1,0. Обозначения кривых и осей те же, что и на предыдущем рисунке

В настоящее время уже известно свыше 25 континуумов, на которые, как было показано, распространяется по крайней мере в первом приближении степенной закон. В своей практике автор еще ни разу не встретил исключения из этого закона (отсюда и смелость называть эту зависимость законом). <...>

Межмодальные сравнения. <...> Можем ли мы подтвердить правильность степенного закона, вообще не предлагая наблюдателям производить численные оценки? Если да, то можем ли мы проверить правильность отношений между показателями, приведенными в табл. 1? Утвердительный ответ на этот вопрос дают результаты проведения эксперимента по методу, согласно которому наблюдатель производит уравнивание интенсивностей ощущений двух различных модальностей. Посредством таких межмодальных сравнений, производимых при разных интенсивностях стимуляций, можно получить «функцию равных ощущений», а затем сравнить ее с такой же функцией, предсказанной на основании величин показателей для этих двух модальностей.

Если обе модальности при соответствующем выборе единиц описываются уравнениями:

$$S_1 = R_1^m \text{ и } S_2 = R_2^n$$

и если субъективные величины S_1 и S_2 уравниваются путем межмодального сравнения на различных уровнях стимуляции, то результирующая функция равных ощущений примет вид:

$$R_1^m = R_2^n$$

Или в логарифмах

$$\log R_1 = n/m \log R_2.$$

Иначе говоря, в логарифмических координатах функция равных ощущений будет прямой линией, наклон которой определяется отношением двух данных показателей.

Что касается самого эксперимента, то вопрос заключается в том, способны ли наблюдатели делать межмодальные сравнения и могут ли быть предсказаны эти сравнения, исходя из шкалы отношений кажущихся величин, определяемой независимо путем оценки величин? Способность наблюдателей высказывать простые суждения о кажущемся равенстве была твердо установлена в другом контексте. <...>

Звук и механическая вибрация являются такими стимулами, кажущуюся силу которых приравнять сравнительно легко. В качестве звука в экспериментах использовался шум умеренно низкой частоты. Вибрация имела постоянную частоту (60 *Гц*) и подавалась на кончик среднего пальца[4].

Соотнесение кажущейся интенсивности звука и вибрации проводилось в двух дополняющих друг друга экспериментах. В одном из них звук подравнивался под вибрацию, в другом вибрация подравнивалась под звук. И звук и вибрация подавались одновременно. 10 наблюдателей производили в каждом эксперименте два подравнивания на каждой интенсивности.

---

[4] См.: *Stevens S.S.* Gross-modality validation of subjective scales for loudness, vibration and electric shock // J. exp. Psychol. 1959. P. 201—509.

Результаты этих экспериментов приведены на рис. 3. Кружочки обозначают средние уровни вибрации в децибелах, к которым подравнивались звуки, а квадратики — средние уровни звука в децибелах, к которым подравнивалась вибрация. Оси координат даны в децибелах относительно ориентировочно определенных порогов обоих раздражителей.

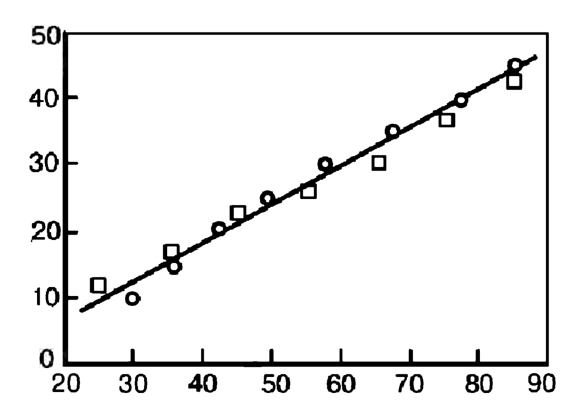


Рис. 3. Функция равных ощущений, соотносящая вибрацию (частота 60 *Гц*), подаваемую на кончик пальца, с интенсивностью полосы шума

Наблюдатели подгоняли громкость так, чтобы она соответствовала вибрации (кружки) и чтобы вибрация соответствовала громкости (квадратики). Значения раздражений даны по логарифмической шкале (в децибелах). Абсцисса — шум; ордината — амплитуда вибрации

Интересно, что на рис. 3 наклон линии равен 0,6, т.е. близок к наклону, требуемому отношением показателей двух функций, полученных отдельно для звука и вибрации методом оценки величин. Эта зависимость в основном линейна, и, следовательно, в диапазоне использованных стимулов как громкость, так и вибрация подчиняются степенному закону.

Р. Вудвортс,
Г. Шлосберг

Методы шкалирования*

Метод равных сенсорных расстояний

Имеется ряд методов, в которых испытуемый пытается выбрать или согласовать серию стимулов так, чтобы они отмечали субъективно равные расстояния на некотором континууме. Первый из них — «деление интервала пополам» — был использован Плато в 1850 г. Он просил художников воссоздать серый тон, который является средним между черным и белым. Иными словами, субъективное расстояние между белым и серым было таким же, как между черным и серым. Метод разработан Дельбефом, Мюллером и Титченером (1905)[1]. Основной целью была проверка справедливости закона Фехнера. Если бы средняя точка совпадала со средним геометрическим, а не средним арифметическим, то Фехнер оказался бы прав. Иногда точка приходилась на одно среднее, иногда на другое; случалось и так, что она оказывалась где-то между ними. <...> Понятно, что этот метод подвержен тем же ошибкам, что и метод фракционирования. В самом деле, метод деления интервала пополам очень похож на метод деления пополам величины. Единственным различием является то, что метод деления пополам может давать истинный нуль для шкалы. <...> Конечно, нет причины ограничивать эксперименты делением пополам. Можно раздробить субъективное расстояние на любое количество равных интервалов. <...>

---

* Проблемы и методы психофизики / Ред. А.Г. Асмолов, М.Б. Михалевская. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. С. 193—194, 202—204, 208—211.

[1] См.: *Boring E.G.* Sensation and perception in the history of experimental psychology. Appleton-Century. 1942. № 4.

Парное сравнение

Метод парных сравнений введен Коном[2] при изучении предпочитаемости цветов. Его часто признают в качестве наиболее адекватного способа получения надежных оценок. Задача испытуемого в любой момент упрощается до предела, потому что перед ним только два образца. Он сравнивает их в определенном отношении, переходит к другой паре и так до тех пор, пока не оценит всех образцов. Если каждый образец сочетается с каждым другим, то количество пар равно $n(n-1)/2$, что составляет 45 пар из 10 образцов или 190 из 20. «Работа» может иногда сокращаться: можно разделить серию образцов на две или более частных серий. Предъявляя все пары стимулов в случайной последовательности, экспериментатор может избавиться от временнóй и пространственной ошибок, помещая каждый образец первым в одной паре и вторым в другой. В индивидуальных экспериментах он может приготовить бланк регистрации в форме таблицы (см. табл. 1). Каждый образец представлен в строчке и колонке. Если, например, испытуемый предпочитает *G* букве *B*, то буква *G* записывается на пересечении колонки *G* и строчки *B*. Когда все выборы уже сделаны, экспериментатор подсчитывает все *G*, занесенные в таблицу в строчке *G* или колонке *G* и записывает количества под колонкой *G*. Таким образом, экспериментатор узнает частоты выборов (С-частоты). Когда перед наблюдателем 10 образцов, каждый сравнивается с оставшимися девятью; чтобы получить процентное или вероятностное выражение, каждое значение С делится на 9 или в общем виде на $(n-1)$. Возможна определенная проверка: сумма показателей С-частот должна быть равна $n(n-1)/2$, средняя величина p должна быть равна 0,50. <...>

Таблица 1

Парные сравнения: форма записи

Образцы	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	•	A	A	A	A	A	A	A	A	A
B		•	B	B	E	B	G	B	B	J
C			•	D	C	C	C	C	C	C
D				•	E	D	D	D	D	J
E					•	E	E	E	E	E
F						•	F	F	I	F
G							•	G	G	G
H								•	I	J
I									•	J
J										•
С-частоты	9	5	6	5	7	3	4	0	2	4

[2] См.: *Cohn J.* Experimentelle Untersuchungen über die Gefühlsbetonungen der Farben, Helligketein und ihrer Combinationen // Philos. St. 1894. B. 10. P. 562—603.

Метод ранжирования

Другое название этого метода — *метод качественного упорядочивания*. Оно говорит само за себя; испытуемый упорядочивает по данному признаку предъявленное число образцов. Так получают один ранговый порядок. Одни и те же образцы упорядочиваются несколько раз, обычно разными наблюдателями и для каждого образца подсчитывается средний ранг. Этот метод очень удобен, когда мы имеем дело с большим количеством образцов. Обычно несколько образцов предъявляют одновременно и позволяют испытуемому выбирать один ранговый порядок так долго, как он пожелает. Когда много образцов, его могут попросить грубо рассортировать их по качествам (классам) до того, как он приступит к окончательному ранжированию.

Одной из первых работ, связанных с методом ранжирования, была работа Кэттелла[3] с уточнениями и дополнениями его учеников (Самнера[4], Торндайка[5], Уэллса[6], Стронга[7], Холлингворта[8]). Тем временем Спирман[9] показал, как использовать порядковые ряды при измерениях корреляции — важный вклад в метод.

Кэттелл воспользовался методом ранжирования для определения лидеров любой естественной науки в оценке их коллег. Он предложил 10 психологам проранжировать 200 американцев, которые претендовали на звание психолога. Десять судей работали самостоятельно, независимо друг от друга. Затем Кэттелл подсчитал среднее всех 10 рангов, определенных для каждого психолога. Он опубликовал перечень самых высоких средних рангов в 1903 г. и открыл имена людей в 1933 г. Наша таблица включает в себя 51 имя и их порядок. Некоторые из людей были скорее философами, чем психологами; некоторые лица, стоящие вблизи или на некотором расстоянии от конца таблицы, были молодыми людьми, которых еще рано было посвящать в рыцари. Что касается значимости такого списка, то мы не можем сделать ничего лучшего, чем привести цитату из оригинала — статьи Кэттелла:

> Следует четко отметить, что эти оценки дают только то, что они открыто могут дать, а именно, результирующее мнение 10 компетентных судей. Они показыва-

---

[3] См.: *Cattel G.McK.* Statistics of American psychologists // Amer. J. Ps. 1903. Vol. 14. P. 310—328; *Cattel G.McK.* American men of science, a biographical directory. N.Y.: Science Press, 1933. P. 1277—1278.

[4] См.: *Sumner P.B.* A statistical etudy of belief // Ps. Rev. 1898. Vol. 5. P. 616—631.

[5] См.: *Thorhdike E.L.* An introduction to the theory of mental and social measurements. N.Y.: Science Press, 1904.

[6] См.: *Wells P.L.* A statistical study of literary merit // Arch. Ps. N.Y. 1907. № 7.

[7] См.: *Strong E.K.* The relative merit of advertisements // Arch. Ps. N.Y. 1911. № 17.

[8] См.: *Hollingworth H.L.* Judgments of the cosmic // Psych. Rev. 1911. Vol. 18. P. 132—156; *Hollingworth H.L.* Professor Cattell's studies by the method of relative position // Arch. Psychol. 1914. № 4. P. 30.

[9] См.: *Spearman C.* The proof and measurement of association between two things // Amer. J. Ps. 1904. Vol. 15. P. 72—101.

ют репутацию человека у экспертов, но совсем не обязательно его способности или вклад (в науку). Не исключены постоянные ошибки, которые происходят из-за того, что он известен больше или меньше. Однако нет других критериев для оценки деятельности человека помимо той, которая получена от большинства компетентных судей[10].

Средние ранги ведущих американских психологов 1903 г.[11]

1.0. Вильям Джемс
3.7. Дж. Мак Кин Кэттелл
4.1. Хуго Мюнстерберг
4.4. Г. Стенли Холл
7.5. Дж. Марк Болдуин
7.5. Эдвард Б. Титченер
7.6. Ионна Ройс
9.2. Джорж Т. Лэдд
9.6. Джон Дьюи
11.6. Джозеф Ястроу
12.3. Эдмонд К. Сэнфорд
16.8. Мэри В. Калкинс
17.1. Вильям Л. Бриан
17.9. Джорж С. Фаллертон
18.7. Джорж М. Страттон
19.3. Эдвард Л. Торндайк
19.6. Эдмонд В. Делабарре
21.6. Эдвард В. Скрипчер
21.8. Христина Лэрд-Франклин
22.4. Генри Ратчерс Маршалл
24.5. Чарльз Х. Джадд
27.0. Джеймс Р. Энджелл
29.5. Лайтнер Виттер
37.5. Г.Т. Патрик
37.7. Говард Уоррен
40.4. Вильям Т. Харрис
41.6. Раймонд Додж
42.9. Джеймс Х. Хизлон
44.7. Карл Сишор

---

[10] См.: *Cattel G.McK.* American men of science, a biographical directory. N.Y.: Science Press, 1933. P. 1277—1278.

[11] См.: *Cattel G.McK.* Statistics of American psychologists // Amer. J. Ps. 1903. Vol. 14. P. 310—328; *Cattel G.McK.* American men of science, a biographical directory. N.Y.: Science Press, 1933. P. 1277—1278.

44.9. Чарльз Стронг
45.5. Артур Х. Пирс
46.4. Роберт Мак Дугалл
47.1. Макс Мейер
48.0. Эрнст Х. Линдли
49.3. Джеймс Лейба
49.6. Фрэнк Энджелл
49.9. Вальтер Пиллсбери
51.1. Вильям Р. Ньюболд
52.6. Ливингстон Фарранд
53.3. Герберт Николс
54.5. Якоб Г. Шурман
54.5. Маргарет Ф. Уошборн
56.2. Роберт С. Вудвортс
56.3. Шеферд И. Франц
56.5. Харри К. Вольф
58.6. Джеймс Э. Крейдтон
59.0. Харри Н. Гардинер
59.0. Джорж Сантаяна
59.2. Эдвард Ф. Бохнер
59.2. Андре С. Армстронг
59.6. Таддеус Л. Болтон

Мы имеем здесь нечто подобное нормальному распределению; мы имеем только верхнюю четверть такого распределения, четверть, которая сама является выделенной группой женщин и мужчин, уже получивших степень и положение учителя. Мы не можем использовать эти данные для создания шкалы превосходства или репутации, имеющей в основании абсолютный нуль. Мы можем несколько улучшить шкалу, взяв человека, занявшего верхнее место на шкале в качестве отсчетной точки и спросить, кто вдвое менее хорош, чем Вильям Джемс. Но это будет уже другой эксперимент. Что можно получить от средних рангов кроме их положения?

Давайте посмотрим, насколько сходятся вместе средние ранги у основания таблицы. Допустим, что мы имеем 10 грузов, каждый из них очень хорошо отличается от другого, и просим дюжину наблюдателей упорядочить их. Каждый наблюдатель упорядочивает их одним и тем же образом и средними рангами будут 1, 2, 3,.. 9, 10. Но допустим, что мы проводим тот же эксперимент с 10 равными грузами: каждый наблюдатель упорядочивает их в свой, отличающийся от других, ряд, и все средние ранги будут приблизительно одними и теми же (одинаковыми). Теперь пусть грузы немного отличаются друг от друга так, что каждый наблюдатель будет склонен сделать несколько ошибок: средние ранги

будут лежать между двумя упомянутыми экстремумами и они будут точно соответствовать ряду объективных грузов.

В этом заложен полезный принцип. Предлагая достаточному числу компетентных судей ранжировать некоторые образцы, получаем почти равные средние ранги там, где образцы почти равны, и сильно отличающиеся, когда образцы заметно не равны; короче, средние ранги будут правильно соответствовать образцам и в порядке, и в пространстве.

Из списка психологов мы извлекаем, что номера 2, 3, 4 примерно одинаковы по психологической ценности, насколько это показало время; то же самое можно сказать о трех следующих людях и о последних двенадцати. Мы можем сделать вывод, что точный порядок, как утверждает Кэттелл, очень неопределенен в том случае, когда средние ранги примерно равны.

3 *Основные положения теории обнаружения сигналов. Понятие сигнала, шума, критерия, чувствительности. Кривые РХП*

Х. Шиффман

Теория обнаружения сигнала (ТОС)*

В экспериментально найденных значениях абсолютного порога, представленных на рис. 1, есть стимулы определенной интенсивности, которые наблюдатель иногда обнаруживает, а иногда — нет. Иными словами, стимулы *одной и той же* интенсивности порой фиксируются, а порой — нет. Это изменение распознаваемости стимулов одной и той же интенсивности красноречиво свидетельствует об изменении величины порога во времени. Подобный вывод — серьезный вызов традиционному представлению о сенсорном пороге как о проявлении (воплощении) принципа «все или ничего», а именно утверждению о том, что точная величина интенсивности отличает распознаваемые стимулы от тех, которые нельзя распознать.

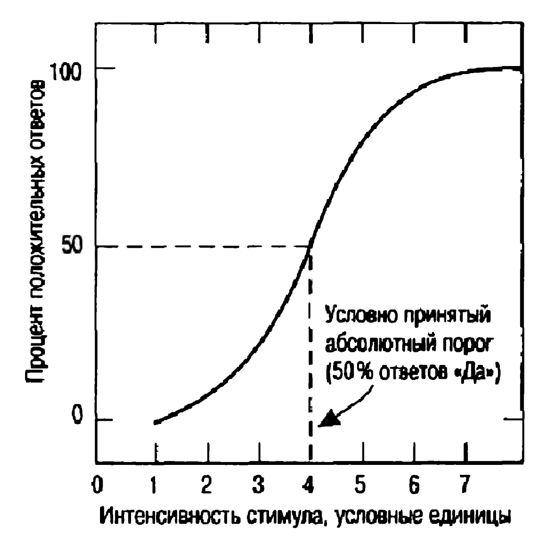


Рис. 1. Типичная эмпирическая пороговая функция

Для удобства абсолютный порог определен как интенсивность, при которой стимул распознается в 50 % случаев

* *Шиффман Х.* Ощущение и восприятие. СПб.: Питер, 2003. С. 60—73.

Чтобы понять эту проблему порога, следует вспомнить, что во многих житейских ситуациях мы зачастую не уверены в том, перешли ли порог чувствительности, т.е. правильно ли восприняли слабый или пограничный сигнал. Мы сталкиваемся с многочисленными ситуациями, связанными с внешними раздражителями, которые — если говорить о вызываемых этими раздражителями ощущениях — неоднозначны, но, как правило, принимаем в отношении них правильные решения. Разве мы действительно слышим телефонный звонок, когда косим траву на лужайке, или стук в дверь, стоя под душем? И правда ли, что мы видим неяркую звезду в ночном небе?

В качестве примера такой неопределенной (неоднозначной) ситуации представьте себе, что вы в одиночестве с нетерпением ждете возвращения подруги. Вы знаете, что сигналом, возвещающим ее возвращение, станут шаги на лестнице. С точки зрения психофизики это означает, что вы будете прислушиваться к определенному звуку — к звуку шагов. Поскольку этот звук возникнет за пределами комнаты, он будет слабым, слышным на фоне других постоянных звуков — уличного шума и шума, доносящегося из других комнат. В подобной ситуации вы либо можете услышать звук шагов, когда он действительно раздастся, либо вам покажется, что вы его слышите, когда никого не будет поблизости. Разумеется, вы стараетесь создать некий сенсорный образ звука шагов. Вы также пытаетесь разобраться в разных звуках — в тех, которые вы действительно слышите, и в тех, которые вам кажутся. Вполне может случиться, что когда действительно раздастся звук шагов, вы не услышите его, но может быть и по-другому: вы будете уверены, что слышите шаги, — возможно, потому, что вам очень хочется их услышать, — однако то, что вы приняли за звук шагов, будет всего лишь частью звукового фона, создаваемого улицей.

Этот пример показывает, что особенности восприятия слабых раздражителей создают вполне определенные проблемы для традиционных представлений о пороге чувствительности. Основаны ли наши выводы исключительно на действии раздражителей или на них влияют наши психологические *установки*? В этом разделе представлен подход к оценкам ситуаций, в которых наша предрасположенность к принятию определенных решений создается некими психологическими факторами, такими, которые не принимаются во внимание традиционными представлениями о пороге чувствительности.

[Чувствительность и несенсорные факторы]

Поскольку порог восприятия — величина постоянная, и особенно ярко это проявляется в случае слабых или пограничных раздражителей, в обнаружении слабых раздражителей (*сигналов*, как их принято называть в данном контексте) помимо способности наблюдателя к обнаружению, или *чувствительности*, мо-

гут иметь значение и другие факторы. К ним относятся и уровень внимания наблюдателя в ходе эксперимента, и мотивация выполнения задания, связанного с обнаружением сигналов, и ожидание присутствия последних, и другие аналогичные *несенсорные* факторы, которые в совокупности принято называть *искажением ответа* и которые могут влиять на вывод наблюдателя относительно присутствия или отсутствия сигнала. Иными словами, когда, выполняя задание, связанное с обнаружением сигнала постоянной интенсивности, наблюдатель отвечает то «Да», то «Нет», мы не можем с уверенностью сказать, связано ли это с некими изменениями его чувствительности или это всего лишь результат влияния на ответ таких несенсорных факторов, как нестабильность внимания или мотивации. Иногда наблюдатели даже говорят, что обнаруживают сигнал, хотя на самом деле вовсе не уверены в этом.

Обнаружение сигнала и шум

Почему обнаружение слабого сигнала дает такие нестабильные результаты? Что является источником подобной нестабильности? Рассмотрим, что происходит с сенсорной системой при воздействии на нее слабого внешнего раздражителя, такого, например, как тусклый свет или негромкий звук. Если раздражитель достаточно интенсивен, в сенсорных рецепторах на нейронном уровне могут возникнуть потенциалы действия, способные повлиять на нейронную активность мозга. Эта активность сигнализирует нервной системе наблюдателя, что появились свет или звук. Однако даже при полном отсутствии внешних раздражителей и для сенсорных систем, и для мозга характерна непрерывная спонтанная нейронная активность. Эта спонтанная сенсорно-нейронная активность частично является результатом неупорядоченного возникновения потенциалов действия; ее сравнивают с шумовым фоном в радиоприемнике или со «снегом» на телевизионном экране и считают некой формой постороннего фонового *шума* (*Ш*) в сенсорной системе. (Следовательно, в данном контексте слово *шум* никоим образом не связано со слухом.) Помимо спонтанной сенсорно-нейронной активности нейронный шум может также включать непредсказуемые, случайные последствия усталости и влияние таких несенсорных причин искажений ответа, как уровень колебания внимания наблюдателя или его мотивации выполнения задания, связанного с обнаружением сигнала.

Хотя этот шум и не является частью внешнего раздражителя, или сигнала, который нужно обнаружить, возникая в неоднозначной (неопределенной) ситуации, он способен существенно повлиять на обнаружение слабого сигнала. В типичном эксперименте по обнаружению сигнала при каждом его предъявлении наблюдатель пытается понять, являются ли испытываемые им ощущения только результатом воздействия фонового шума (*Ш*) или на фоне этого шума он воспринимает и сигнал (т.е. он воспринимает сигнал + шум, *СШ*).

Кривые распределения сенсорных эффектов (сенсорного влияния) шума на сенсорную систему наблюдателя представлены на рис. 2.

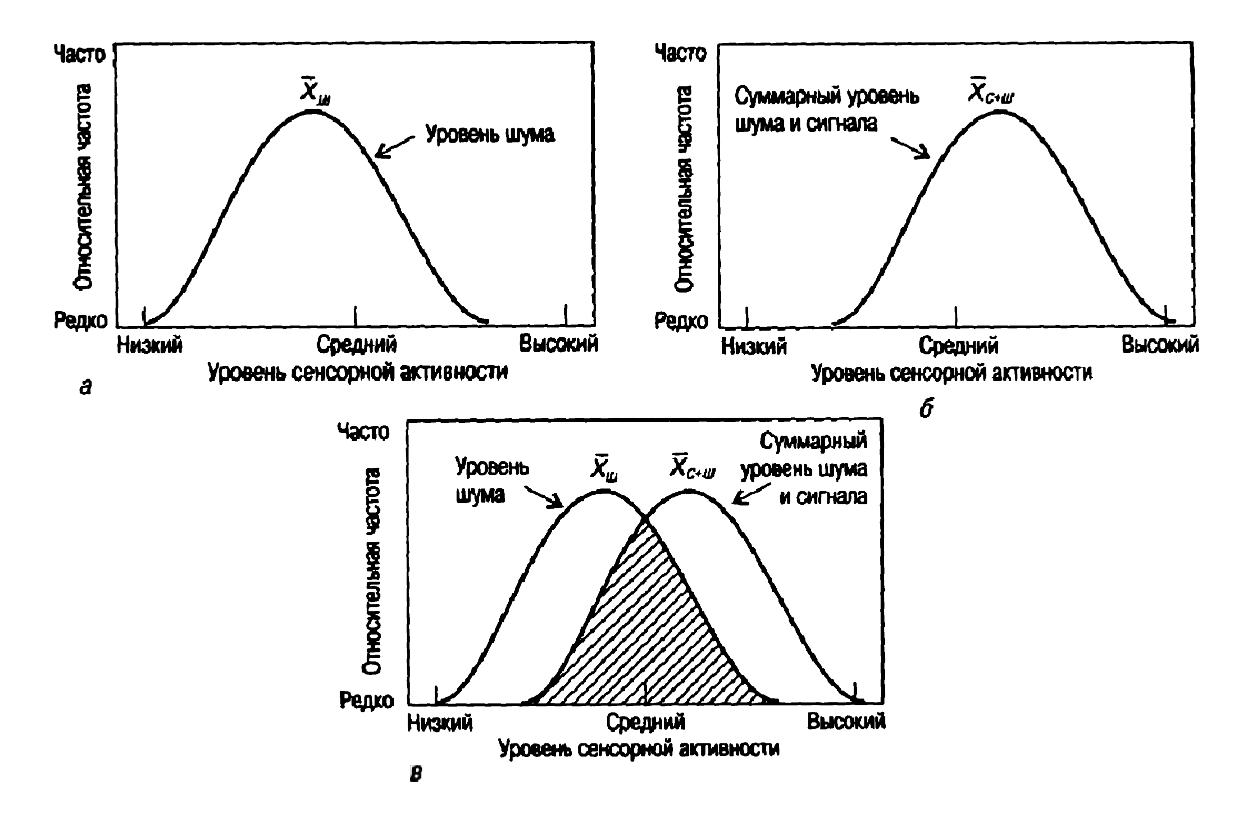


Рис. 2. А — распределение уровней сенсорной активности, вызванной воздействием на сенсорную систему только одного фонового шума *Ш*. Изменение уровней варьируется в интервале «редко» — «часто». Наиболее часто возникающий уровень сенсорной активности — средний, и ему соответствует участок кривой вокруг средней точки *X*; *Б* — распределение уровней сенсорной активности, вызванной *СШ*, соответствует условиям, при которых ко всем значениям *Ш*, представленным на *А*, добавлен сигнал; *В* — распределение уровней сенсорной активности, вызванной распределением *Ш* и *С*. Средний сенсорно-нейронный эффект *Ш* выше, чем средний эффект *Ш* благодаря наложению эффекта *СШ* на эффект *Ш*. Однако сенсорные эффекты одного *Ш* и *СШ* перекрываются и вместе производят некие сенсорные эффекты, которые представлены заштрихованным участком и которые могут быть следствием распределения либо *Ш*, либо *СШ*

Знакомая колоколообразная кривая (рис. 2*А*) показывает, что уровень сенсорной активности, являющейся результатом одного только шума в сенсорной системе, изменяется весьма существенно. На абсциссе представлен уровень сенсорной активности (от низкой до средней и высокой), на ординате — частота возникновения разных уровней сенсорной активности (от «редко» до «часто») Иногда *уровень* шума минимален, иногда — максимален, однако чаще всего его

интенсивность находится на среднем уровне, который обозначен $\overline{X}_{Ш}$. Если же внешнее событие (т.е. звук или свет) стимулирует сенсорный рецептор, то в результате этого возникает сенсорная активность (*сигнал*), которая добавляется к действию фонового шума. Более конкретно эта мысль может быть сформулирована следующим образом: если сигнал, имеющий *постоянную* интенсивность, накладывается на все возможные уровни произвольно изменяющегося фонового шума, суммарное влияние шума и сигнала (*СШ*) на сенсорную активность подчиняется закону нормального распределения и описывается колоколообразной кривой, представленной на рис. 2*Б*.

Так же как и в случае действия одного лишь фонового шума, уровень сенсорной активности *СШ* тоже изменяется; иногда он высок, иногда — нет, но чаще находится на среднем уровне (точка $\overline{X}_{С+Ш}$ на рис. 2*Б*), который — и это очевидно — выше среднего уровня сенсорной активности, вызываемой одним фоновым шумом (точка $X_{Ш}$ на рис. 2*Б* смещена вправо по отношению к точке $X_{Ш}$ на рис. 2*А*).

Однако, как следует из рис. 2*В*, сенсорные эффекты *Ш* и *СШ* перекрываются. Иными словами, они вместе влияют на сенсорную систему таким образом, что при попытке определить, присутствует ли слабый сигнал, наблюдатель должен решить, является ли данный конкретный уровень активности его сенсорной системы реакцией только на *Ш* — на нерелевантный эксперименту фон — или же на *СШ*.

Критерий. Задание, выполняемое наблюдателем в типичном эксперименте, связанном с обнаружением сигнала, заключается в том, чтобы определить, является ли испытываемое им ощущение, определяемое уровнем сенсорной активности, результатом действия сигнала (*СШ*) или только одного шума (*Ш*). Согласно теории обнаружения стимула (ТОС), наблюдатели, решая вопрос о том, присутствует сигнал или нет, вырабатывают для себя некий «проходной балл», или внутренний *критерий* (обычно обозначаемый греческой буквой β) результирующей сенсорной активности. Один такой критериальный уровень представлен на абсциссе рис. 3.

В соответствии с критерием наблюдатель ответит «Да» (подтверждая присутствие сигнала), если уровень сенсорной активности, представленной на абсциссе, превышает эту точку, и «Нет» (отрицая присутствие сигнала), если сенсорный эффект ниже ее. В обоих случаях наблюдатель может ошибиться. Он может ответить утвердительно, когда на самом деле сенсорный эффект является лишь результатом воздействия одного только шума *Ш* (на рисунке это ***неправильный положительный ответ***). Аналогичным образом наблюдатель может ответить, что сигнала нет, хотя на самом деле он присутствует (***неправильный отрицательный ответ***). Это происходит потому, что, как следует из рис. 2*В*, сенсорные эффекты *СШ* и *Ш* перекрываются, лишая наблюдателя возможности выбрать сенсорный критерий, позволяющий правильно реагировать на каждое предъявление сигнала. Фактически форма участка, образующегося за счет пере-

крывания кривых распределения *СШ* и *Ш* на рис. 2*В* и 3, свидетельствует о том, что в некоторых экспериментах по *СШ* (когда сигнал действительно присутствует) сенсорное влияние на наблюдателя может быть меньше, чем сенсорное влияние одного только шума.

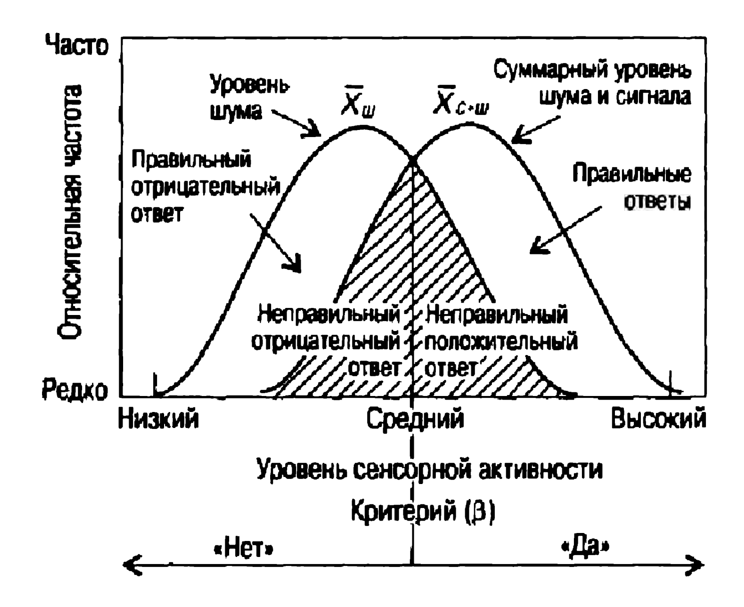


Рис. 3. Частота сенсорных эффектов, производимых *Ш* и *СШ*, и значение критерия, разработанного наблюдателем

На абсциссе представлена гипотетическая «точка принятия решения», или значение критерия (*Р*), при котором наблюдатель решает, ответить ли ему «Да» или «Нет» на вопрос о присутствии сигнала в данном эксперименте. Критерий может иметь любое значение. В данном гипотетическом случае все сигналы, влияние которых лежит ниже критериального сенсорного уровня (т.е. слева от критерия), останутся необнаруженными; все сигналы, влияние которых лежит выше уровня сенсорного критерия (т.е. справа от критерия), будут распознаны, и будет дан положительный ответ. Для гипотетического критерия также указаны участки, соответствующие правильным и неправильным ответам

Матрица результатов. Как было сказано при описании рис. 3, в любом конкретном эксперименте по обнаружению сигнала наблюдатель должен решить, является ли сенсорная активность результатом действия *СШ* или *Ш*, и его решение зависит от критерия, на который он в данный момент ориентируется. Если уровень сенсорной активности ниже его критерия, наблюдатель ответит «Нет»; если уровень сенсорной активности превышает критерий — будет дан положительный ответ.

Как следует из данных табл. 1, возможны четыре варианта этих ответов. *Попадание* — это положительный ответ и правильное обнаружение сигнала; *ложная тревога* — это положительный ответ при отсутствии сигнала; *пропуск* — это отрицательный ответ, данный тогда, когда сигнал предъявлен, и, наконец,

Таблица 1

Экспериментальное обнаружение сигнала. Матрица *сигнал—ответ* для наблюдателя, отвечающего «Да» или «Нет» на каждое предъявление сигнала

		Альтернативы ответов	
		«Да, сигнал присутствует»	«Нет, сигнал отсутствует»
Альтернативы сигналов	Сигнал+шум	Вероятность положительного ответа, когда сигнал присутствует *Попадание*	Вероятность отрицательного ответа, когда сигнал присутствует *Пропуск*
	Шум	Вероятность положительного ответа, когда сигнал отсутствует *Ложная тревога*	Вероятность отрицательного ответа, когда сигнал отсутствует *Правильное отрицание*

правильное отрицание — это отрицательный ответ в тот момент, когда сигнала нет. Как показано на рис. 3, ложные тревоги и пропуски — это ошибки, возникающие вследствие перекрывания кривых распределения сенсорных эффектов *СШ* и *Ш* и их связи с критерием, установленным наблюдателем для принятия решения о том, присутствует сигнал или нет.

Влияние критериев: ожидания и мотивация. В соответствии с ТОС способность обнаруживать слабые сигналы изменяется во времени, поскольку на поведение наблюдателя влияют несколько относительно не зависящих друг от друга факторов. Один из них — это изменение уровня шума в само́й сенсорной системе. Иными словами, сенсорные эффекты за счет изменения фонового шума или от постоянного сигнала в сочетании с изменяющимся фоновым шумом в период времени между двумя предъявлениями пограничных сигналов вызывают изменения способности обнаруживать их. (Это утверждение иллюстрируется колоколообразными кривыми, представленными на рис. 2.)

Второй фактор, влияющий на поведение наблюдателя, — его *ожидания*, связанные с присутствием сигнала. В отличие от традиционных психофизических методов, в которых сигнал предъявляется при *каждой* попытке (в *каждой* пробе), в эксперименте по обнаружению сигнала вероятность того, что он будет предъявлен в данный момент, может изменяться. Изменение частоты предъявления сигнала создает условия для *несенсорного искажения ответа—ожидания,* — которое влияет на уровень выбираемого наблюдателем критерия β, и возникновение подобной ситуации в ходе эксперимента вполне возможно.

Иными словами, на ожидание появления сигнала в определенный момент эксперимента можно повлиять, варьируя вероятность, или частоту, с которой сигнал предъявляется наблюдателю. Если сигнал предъявляется практически на всех этапах эксперимента, наблюдатель может почти всегда ждать его появления. В результате он выберет относительно необременительный для себя

критерий (на рис. 3 это сдвиг критерия влево). Следствием этого становится тенденция давать положительный ответ даже при отсутствии сигнала. В подобной ситуации вероятность попаданий весьма велика, но благодаря ожиданиям наблюдателя и вероятность ложных тревог будет выше, чем она была бы, не имей наблюдатель подобных ожиданий. Напротив, если сигнал предъявляется редко, у наблюдателя появляется тенденция (склонность) давать отрицательные ответы, и он отвечает «Нет» даже тогда, когда сигнал присутствует (на рис. 3 это сдвиг критерия вправо). В этом случае результатом будет уменьшение числа ложных тревог, но большее число пропусков.

В табл. 2 представлены относительные количества разных ответов в эксперименте, в котором сигнал присутствовал в 90% случаев и отсутствовал в 10% случаев. (Обратите внимание на то, что пробы, в которых сигнал отсутствует, в экспериментах по обнаружению сигнала обычно называются *ловушками* (*пробами-ловушками*.))

Таблица 2

Соотношение разных ответов в эксперименте, в котором сигнал присутствовал в 90% проб и отсутствовал в 10% проб

		Ответ	
		Да	Нет
Сигнал	Присутствует	0,95	0,05
	Отсутствует	0,78	0,22

В табл. 3 представлены относительные количества разных ответов в эксперименте, в котором сигнал присутствовал в 10% проб и отсутствовал в 90% проб.

Таблица 3

Относительное количество разных ответов в эксперименте, в котором сигнал присутствовал в 10% проб и отсутствовал в 90% проб

		Ответ	
		Да	Нет
Сигнал	Присутствует	0,28	0,72
	Отсутствует	0,04	0,96

Результаты предъявления *одного и того же* сигнала свидетельствуют о том, что одно лишь изменение соотношения сигналов и ловушек существенно влияет на ожидания, а следовательно, и на поведение наблюдателя: соотношение попаданий и ложных тревог систематически изменяется. Иными словами, изменения в соотношении попаданий и ложных тревог можно связать с изменения-

ми критерия β с которым наблюдатель подходит к соотношению предъявлений сигнала и ловушек (в данном случае — благодаря ожиданию). Разница между соотношениями ответов, представленными в табл. 2 и 3, свидетельствует о том, что изменение обнаружения постоянного сигнала происходит даже тогда, когда его интенсивность не изменяется. А это значит, что в данном случае изменение поведения наблюдателя является следствием изменения его *ожиданий*, связанных с появлением сигнала, а не изменений самого сигнала.

Второй несенсорной причиной искажения ответа, оказывающей влияние на уровень критерия β является *мотивация* получения конкретного результата, например, заинтересованность наблюдателя в последствиях его ответа. Так, если у наблюдателя есть серьезные основания обнаружить сигнал и постараться ни в коем случае не пропустить его, он, скорее всего, сообщая о сигнале, снизит уровень критерия β; при этом у него возрастет количество ответов «Да» и попаданий (речь снова идет о смещении критерия на рис. 3 влево). Увеличение утвердительных ответов приведет и к увеличению числа ложных тревог. С другой стороны, использование более жесткого, консервативного критерия (что соответствует сдвигу критерия на рис. 3 вправо) увеличивает количество ответов «Нет». И хотя подобная стратегия дает меньше ложных тревог, она также уменьшает и количество попаданий.

Эксперимент, в котором критерий β становится объектом сознательного манипулирования, показывает, как мотивация наблюдателя может влиять на соотношение попаданий и ложных тревог.

Представьте себе, что вы — наблюдатель, участвующий в следующем эксперименте по обнаружению сигнала. Вам предстоит услышать или не услышать некий слабый звук и в зависимости от того, присутствует сигнал или нет, ответить «Да» или «Нет». Более того, ваш ответ имеет и определенные финансовые последствия, определяемые следующими вариантами оплаты.

1. За каждое попадание вы получаете 1 доллар. В этом случае вы будете стремиться каждый раз отвечать «Да», даже если сомневаетесь в том, что слышали сигнал.

2. За каждое попадание вы получаете 1 доллар, но одновременно каждая ложная тревога облагается штрафом в 50 центов. Вы по-прежнему будете стремиться дать утвердительный ответ даже при отсутствии уверенности, но все-таки эта готовность будут несколько ниже, чем при условиях, которые описаны в п. 1 и при которых вас не штрафовали за ложную тревогу.

3. В отличие от условий оплаты п. 1 и 2 вы получаете по 50 центов за каждую удачу, но вас также и штрафуют на 1 доллар за каждую ложную тревогу. У вас появится тенденция отвечать осторожно и давать утвердительный ответ только при полной уверенности.

Обобщенные данные о некоторых экспериментально найденных соотношениях попаданий и ложных тревог для этих трех вариантов оплаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Соотношение попаданий и ложных тревог для трех вариантов оплаты

Варианты оплаты	Соотношение ответов наблюдателя	
	Попадания	Ложные тревоги
1. 1 доллар за попадание	0,95	0,95
2. 1 доллар за попадание и 50-центовый штраф за ложную тревогу	0,85	0,70
3. 50 центов за попадание и штраф в размере 1 доллара за ложную тревогу	0,40	0,10

То, что мы описали, есть изменение критерия и аналогичное изменение пропорции попаданий и ложных тревог, соответствующее оплате труда. В зависимости от того, что именно ждет наблюдателя, — награда или штраф — один и тот же сигнал может вызвать как положительный, так и отрицательный ответ, и характер ответа не зависит от чувствительности наблюдателя к сигналу. Следовательно, даже при выполнении такого относительно простого психофизического задания, как принятие решения о том, присутствует или отсутствует слабый сигнал, на поведение наблюдателя существенно влияют несенсорные факторы, т.е. искажение ответа. Это делает понятным отсутствие абсолютного, легко определяемого значения порога. Более вероятно, что наблюдатель примет такой критерий ответа, который одновременно учитывал бы и интенсивность сигнала, и такие переменные несенсорного характера, как мотивация выполнения задания и ожидание появления сигнала.

Кривые рабочей характеристики приемника (РХП)

ТОС исходит из того, что нельзя определить величину абсолютного порога. Однако можно одновременно оценить и *чувствительность* наблюдателя по отношению к предъявляемому сигналу, и уровень его критерия β. Информация о влиянии этих двух параметров на обнаружение сигнала может быть получена из анализа связи между относительным количеством попаданий и относительным количеством ложных тревог, которое, как мы видели, зависит от критерия. Обычно для этого на ординате откладывают относительное количество попаданий (положительных ответов на активность *СШ*), а на абсциссе — относительное количество ложных тревог (положительных ответов при отсутствии сигнала). Получающиеся при этом кривые, названные рабочими характеристиками приемника (РХП)[1], иллюстрируют связь между относительными количествами

[1] В иностранной литературе — *ROC*-кривые (*receiver-operating characteristic*), но в нашу литературу вошло как РХП, что представляется оправданным. — *Научн. ред. источника.*

попаданий и ложных тревог при постоянной интенсивности сигнала. (Пример РХП, построение которой описано ниже, представлен на рис. 4.)

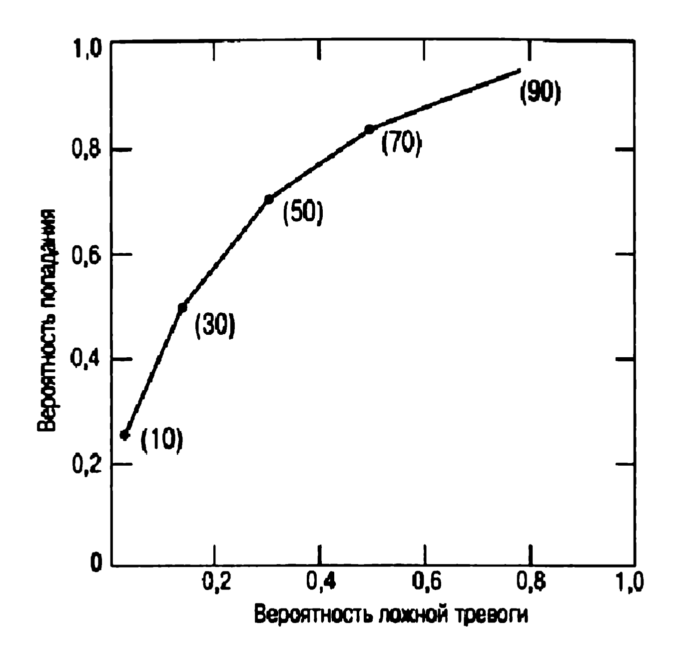


Рис. 4. РХП, для построения которой использованы данные табл. 5

На ординате отложена вероятность попаданий, на абсциссе — вероятность ложных тревог. Каждая точка данной кривой соответствует разным количествам попаданий и ложных тревог для разных вероятностей предъявления сигнала (проценты в скобках). (Обратите внимание на то, что все точки хорошо ложатся на кривую)

Таблица 5

Соотношение попаданий и ложных тревог для разных условий предъявления сигнала (гипотетические данные)*

Процент проб, в которых был предъявлен сигнал	Соотношение	
	попаданий	ложных тревог
90	0,95	0,78
70	0,85	0,50
50	0,70	0,30
30	0,50	0,15
10	0,28	0,04

* *Примечание.* Эти данные получены в опытах, проведенных с сигналом, интенсивность которого оставалась постоянной. Следовательно, различия в пропорциях попаданий и ложных тревог отражают различия в критериях b, являющиеся результатом изменения соотношения эпизодов, в которых сигнал подавался, и эпизодов-ловушек (от 10 до 90%) в ходе проведения многих опытов.

Термин РХП возник из представлений о том, что подобная кривая измеряет и описывает чувствительность наблюдателя при обнаружении сигнала. Рассмотрим, как РХП может описывать чувствительность наблюдателя по отношению к сигналу, интенсивность которого поддерживается на постоянном уровне.

Данные табл. 5 показывают, как вероятность сигнала влияет на относительное количество попаданий и ложных тревог в таком гипотетическом эксперименте, в котором интенсивность сигнала поддерживается на постоянном уровне. (Некоторые данные взяты из табл. 2 и 3.) Следовательно, если в пробах эксперимента по обнаружению сигнала последний почти всегда присутствует, наблюдатель демонстрирует тенденцию к увеличению вероятности положительных ответов. В результате увеличивается относительное количество попаданий (в данном примере оно равно 0,95), и соответственно увеличивается количество ложных тревог (0,78) Напротив, если сигнал предъявляется только в 10% пробах (т.е. если 90% проб — ловушки), то при *той же самой интенсивности сигнала* относительное количество попаданий равно 0,28, а количество ложных тревог — 0,04. Если сигнал предъявляется редко — он действительно присутствует в 10% проб, — наблюдатель демонстрирует тенденцию к отрицательным ответам. В итоге при весьма небольшом относительном количестве ложных тревог (0,04) относительное количество попаданий тоже сравнительно невелико (0,28). На рис. 4 приводится РХП, построенная на основании этих данных. Заслуживает внимания, например, то, что наибольшее значение соответствует предъявлению сигнала в 90% проб. Обратившись к таблице, мы увидим, что количество попаданий, отложенное на ординате, составляет 0,95, а количество ложных тревог, отложенное на абсциссе, — 0,78. Если представить графически все данные табл. 5, обнаруживается определенная тенденция: точки ложатся на симметричную кривую, имеющую наклон влево. Если провести дополнительные эксперименты с использованием сигнала той же интенсивности, но с другими значениями вероятности ловушек, чем те, что представлены на рис. 4, соотношения попаданий и ложных тревог в них будет, без сомнения, отличаться от приведенных в табл. 5, отражая влияние смещения критерия β. Но если их соответствующим образом обработать, они лягут на кривую рис. 4. Следовательно, конкретная РХП отражает способность наблюдателя обнаруживать сигнал определенной интенсивности, а это значит, что чувствительность наблюдателя постоянна во всех ее точках. Интенсивность сигнала и способность наблюдателя обнаруживать его не изменяются. А вот что действительно изменяется вследствие изменения уровня критерия наблюдателя β, так это соотношение попаданий и ложных тревог.

Мы старались привлечь внимание читателя к тому, что точки на кривой рис. 4 соответствуют сигналу постоянной интенсивности. Когда интенсивность сигнала увеличивается, его обнаружение облегчается; более интенсивному сигналу соответствует другая кривая. То же самое может быть сказано и о более слабом сигнале — ему тоже соответствует своя кривая. (Примеры разных РХП представлены на рис. 5.) Следовательно, РХП показывает, как изменение уровня кри-

терия β наблюдателя (в данном случае — под влиянием изменения ожидания сигнала) влияет на соотношение попаданий и ложных тревог при постоянной интенсивности сигнала. Каждая РХП иллюстрирует влияние *d'* — чувствительности наблюдателя к сигналу постоянной интенсивности — *плюс* влияние уровня его критерия β.

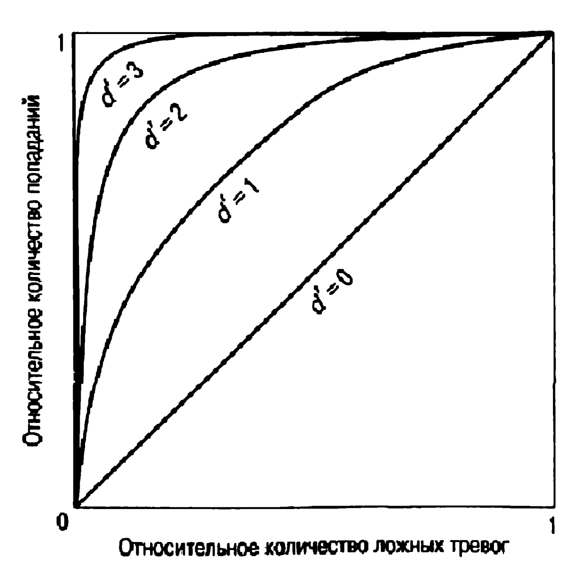


Рис. 5. РХП для трех сигналов различной распознаваемости

На абсциссе — относительное количество ложных тревог, на ординате — относительное количество попаданий. Каждая кривая соответствует определенному уровню чувствительности к восприятию сигнала данной интенсивности. (Величина *d'* — количественное выражение чувствительности наблюдателя, описанной в тексте)

Чувствительность: величина *d'*. На рис. 6 для наглядности представлены основные принципиальные особенности РХП, показывающие, как ее кривизна отражает чувствительность наблюдателя к сигналу и искажение его ответа, или влияние критерия (см. рис. 5). Выше уже отмечалось, что при увеличении интенсивности сигнал становится более распознаваемым и увеличивается наклон кривой влево от диагонали. Чем слабее сигнал, тем ближе кривая к диагонали, лежащей под углом 45°. (Диагональ соответствует случайному поведению испытуемого, при котором количество попаданий и ложных тревог одинаково.) Иными словами, отклонение РХП влево от диагонали зависит исключительно от интенсивности сигнала и не зависит от несенсорных факторов, влияющих на искажения ответов испытуемого.

Степень наклона, или кривизна РХП, может быть рассчитана из соотношения попаданий и ложных тревог и является мерой чувствительности наблюдателя к сигналу определенной интенсивности (*d'*). На практике величину *d'* определяют как линейное расстояние данной РХП от диагонали. На рис. 5 приведены РХП для значений *d'*, изменяющихся от 0 до 3. Чем выше *d'* (и чем более изогнута

кривая), тем выше количество попаданий и тем меньше количество ложных тревог. Следовательно, чем выше значение *d'*, тем более чувствителен наблюдатель к действию сигнала данной интенсивности и тем более распознаваем сам сигнал. Если пользоваться графическими терминами, то степень искривления РХП является мерой чувствительности испытуемого к сигналу, имеющему постоянную интенсивность. Разные значения (*d'* разных людей (при условии, что речь идет о сигнале постоянной интенсивности) отражают их разную чувствительность к данному сигналу.



Рис. 6. Принципиальные особенности РХП

Лежащая под углом 45° диагональ соответствует случайному поведению наблюдателя, при котором количество попаданий равно количеству ложных тревог

Описание способа расчета *d'* выходит за рамки данной книги. Однако важно понимать, что *d'* является мерой чувствительности наблюдателя к интенсивности сигнала, не зависящей от его критерия β или искажения ответа. Для наглядности эта мысль может быть проиллюстрирована графическим изображением сенсорных эффектов, на основании которых построены РХП, представленные на рис. 5. Обратите внимание на то, что *d'* представляет собой линейное расстояние между двумя сенсорными распределениями, о которых шла речь в начале обсуждения ТОС, а именно распределений *Ш* и *СШ* (см. рис. 7). По мере увеличения интенсивности сигнала кривая распределения *СШ* смещается вправо от кривой распределения *Ш*. Напротив, если интенсивность сигнала мала, кривые распределений *Ш* и *СШ* располагаются очень близко друг к другу. Так, если $d' = 1$, кривые распределений *Ш* и *СШ* сравнительно близко примыкают друг к другу; сигнал относительно слаб, и поэтому его обнаружение затруднено. (Случайно оказалось, что для данных табл. 5, использованных при построении рис. 4,

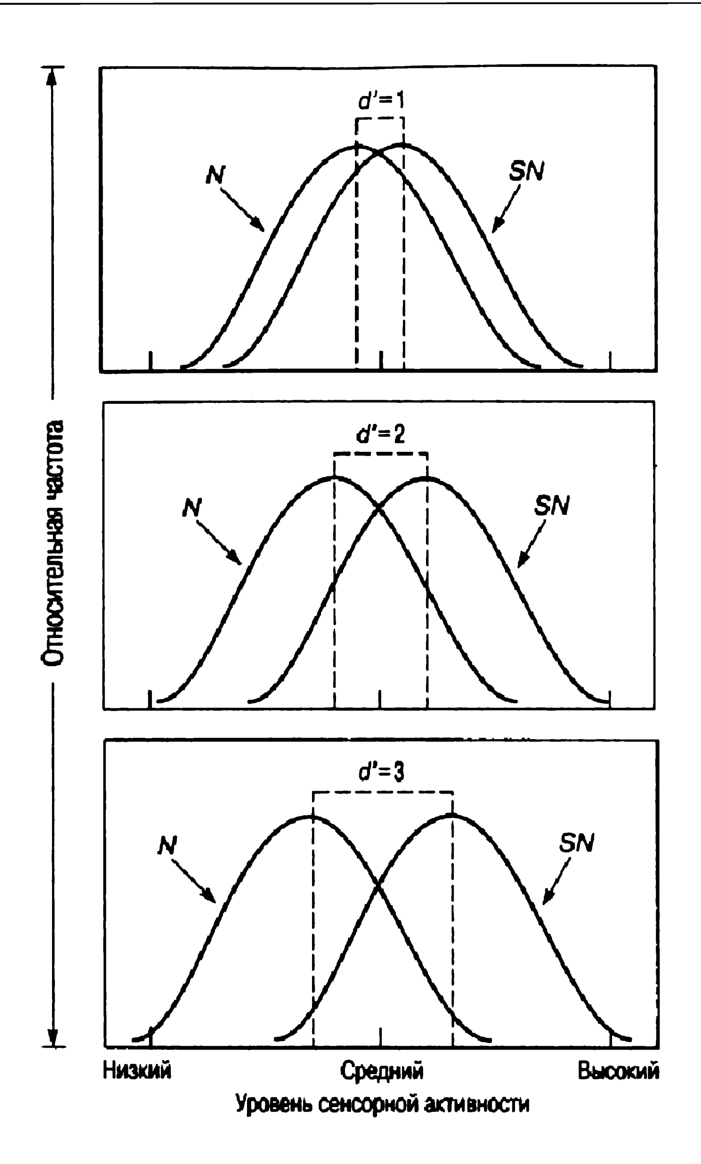


Рис. 7. Кривые распределения Ш и СШ для трех РХП, представленных на рис. 6

Значение *d'* изменяется в зависимости от смещения распределения *СШ* относительно распределения *Ш* и равно расстоянию между средними значениями *Ш* и *СШ*. Для *d'*=0 кривые распределения *СШ* и *Ш* полностью совпадают. Следовательно, величина *d'* характеризует интенсивность сигнала и чувствительность к нему наблюдателя, не зависящую от искажения ответа

d' = 1). Напротив, при *d'* = 3 сигнал сравнительно интенсивен и его влияние на сенсорную систему весьма легко отделить от влияния шума. Следовательно, при увеличении интенсивности сигнала распределение *СШ* смещается еще дальше от распределения *Ш*, что приводит к увеличению значения *d'*. Иными словами, высокая величина *d'* свидетельствует о том, что сигнал интенсивен и/или что наблюдатель чувствителен к данному конкретному сигналу. А это значит, что *d'* является мерой чувствительности к сигналу, не зависящей от таких несенсорных факторов, как ожидания наблюдателя и другие подходы к принятию решений.

Подводя некоторый итог, можно сказать: d' отражает возможность обнаружить сигнал данной интенсивности, что определяется исключительно чувствительностью наблюдателя.

Насколько релевантна эта информация? Мы начали с проблемы определения абсолютного порога, но для этого мы познакомились с психофизическим методом, который представляется весьма сложным и громоздким. Относительно обнаружения слабых сигналов в ТОС, прежде всего, отмечается, что даже простые, вполне заурядные эксперименты, такие как решение вопроса о наличии сигнала, вовсе не так точны, как мы думаем. Более того, ТОС позволяет исследователю делать то, чего не позволяет традиционный подход к порогам: оценивать влияние несенсорных искажающих факторов (критерия β) на принятие решений наблюдателем в ходе эксперимента по обнаружению сигнала. Как мы видели, решение наблюдателя о наличии или отсутствии сигнала зависит от его предыдущего опыта, который он привносит в выполнение задания, а также от его ожиданий, мотивации, внимания и, возможно, от других несенсорных психологических факторов. Может быть, самой сильной стороной ТОС является то, что она позволяет нам отделить сенсорную способность наблюдателя, имеющего дело с пограничным сигналом, от несенсорных искажений его ответа и оценить ее.

Все сказанное выше свидетельствует о том, что не существует одного-единственного, абсолютного стимула с минимальной обнаруживаемой — пороговой — величиной. Однако это вовсе не значит, что само понятие порога ощущений должно быть отброшено за ненадобностью. Более правильным будет признание того факта, что общее понятие порога включает в себя и описывает отношение величин, восприятие которых зависит от различных несенсорных внешних факторов и индивидуальных особенностей наблюдателя. На самом деле порог как статистическое среднее — очень полезное понятие, имеющее чрезвычайно широкое применение. Он делает возможным важную аппроксимацию энергетического интервала и пределов сенсорной системы. Мы считаем, что необходим осторожный подход к интерпретации данных, характеризующих порог; они скорее представляют собой статистические приближения, дающие представление о средней величине и/или об интервале значений, нежели точные энергетические величины.

4 *Проблема перцептивной психофизики. Фурье-анализ зрительного восприятия как способ решения этой проблемы*

А.Д. Логвиненко

[Понятие сенсорного оператора]*

Психофизическая связь между чувственной тканью образа и проксимальным стимулом составляет предмет нашего исследования. Выбор предмета исследования предопределил как выбор метода исследования, так и сферу приложимости полученных нами результатов.

В дальнейшем ограничимся случаем, когда дистальные стимулы являются двумерными черно-белыми изображениями. Положим для определенности, что эти плоские изображения всегда располагаются во фронтальной плоскости. Будем называть эту плоскость стимульной плоскостью. Глаз человека устроен таким образом, что в плоскости сетчатки формируется новое изображение, которое мы будем называть проксимальным изображением. Проксимальное изображение — это та реальность, с которой имеет дело зрительная система. Хорошо известно, что нервным субстратом высших форм зрительного восприятия являются зрительные отделы (17, 18 и 19 поля по Бродману) коры больших полушарий головного мозга. Известно также, что при передаче нервного возбуждения от сетчатки в зрительные отделы коры соблюдается принцип топической проекции. Это дает основание отнестись к процессу передачи нервного возбуждения в зрительной системе как к процессу передачи изображения.

С другой стороны, чувственную ткань зрительного образа можно также рассматривать как своеобразное изображение. Действительно, если абстрагироваться от предметного содержания образа, то он предстает в виде распределения светлоты в субъективном двумерном пространстве и субъективном времени. В результате мы имеем следующую цепочку: дистальное изображение — проксимальное изображение — чувственная ткань образа (как субъективное изображение). Возникает возможность отнестись к зрению как к последовательности преобразований одного изображения в другое. Привлекательность этого подхода в немалой степени связана с существованием мощного аппарата для анализа фи-

---

* Фурье-анализ зрительного восприятия / Ред. А.Д. Логвиненко. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. С. 6—8.

зических систем, преобразующих изображения. Разумеется, обращение к этому довольно сложному математическому аппарату будет оправданным лишь в том случае, если с его помощью удастся объяснить немного больше, чем мы это умеем делать и без него. <...>

Анализ преобразования изображений невозможен без решения одной проблемы, которая связана со способом представления изображений. Выбор способа представления изображения не является совершенно произвольным и во многом определяется выбором математического аппарата для анализа преобразования изображений. Наиболее употребительный способ представления изображений состоит в описании изображения посредством неотрицательной функции пространственных и временной переменных $l(x^1, x^2, t)$. Смысл этой функции в том, что она описывает распределение интенсивности в плоскости изображения. Таким образом, в момент t_0 в точке с координатами (x_0^1, x_0^2) пространственно-временная плотность световой энергии равна $l(x_0^1, x_0^2, t_0)$. Точно так же чувственную ткань зрительного образа будем описывать неотрицательной функцией $\tilde{l}(x^1, x^2, t)$, где $\tilde{l}(x_0^1, x_0^2, t_0)$ — светлота (субъективная интенсивность или как еще иначе говорят, видимая яркость) в точке с координатами (x_0^1, x_0^2) в момент времени t_0.

Возникает вопрос: насколько операционализируемо такое представление чувственной ткани зрительного образа (поскольку в дальнейшем мы будем иметь дело лишь с чувственной тканью зрительного образа, то ради краткости будем говорить просто образ, подразумевая всюду при этом его чувственную ткань). Методы измерения субъективных величин, разработанные в психометрике[1], предоставляют возможность измерять светлоту точечного источника света. Следовательно, мы в принципе можем построить функцию светлоты, так сказать, поточечно, как это делают школьники, строя график функции «по точкам». Разумеется, такая процедура неимоверно трудоемка и, насколько нам известно, для реальных двумерных изображений эту процедуру в полном объеме никто не проводил. Впрочем, в этом и нет большой нужды, как это будет ясно из дальнейшего изложения.

Итак, постановка центральной для настоящего изложения проблемы состоит в том, чтобы отыскать такое преобразование, которое дистальное изображение переводит в образ. На математическом языке это означает, что проблема состоит в отыскании оператора, отображающего множество яркостных функций, представляющих дистальное изображение $L = \{l(x^1, x^2, t)\}$ в множество функций светлоты, представляющих образ $\tilde{L} = \tilde{l}(x^1, x^2, t)\}$. Этот гипотетический оператор мы в дальнейшем будем называть сенсорным оператором Ψ:

$$\Psi : L \to \tilde{L} \quad \text{или} \quad \Psi\,\{l(x^1, x^2, t)\} = \tilde{l}(x^1, x^2, t).$$

[1] См.: *Guilford J.P.* Psychometric Methods. N.Y.: Mc Graw Hill, 1954.

Х. Шиффман

Анализ пространственной частоты*

Если внимательно осмотреть то, что в данный момент находится у нас перед глазами, не обращая внимания на цвета, то даже поверхностный анализ позволит сказать, что мы видим чередование светлых и темных участков. Любую сложную визуальную картину можно представить в виде мозаики, или матрицы, светлых и темных зон. При составлении таких матриц наиболее релевантными считаются два компонента: число контрастных светлых и темных участков (или их *частота*) и степень контраста между соседними светлыми и темными участками. Каким бы искусственным и механистическим ни казался этот анализ, указанные компоненты визуального паттерна достаточно информативны и могут охарактеризовать любую сложную картину; они с успехом использовались для описания базовых единиц, используемых зрительной системой для кодирования визуальной информации об окружающем мире. (Однако, как будет показано ниже, психологами найдено и идентифицировано много других компонентов физических раздражителей, которые также используются для этой цели.)

Пространственные частоты

Любой участок поля зрения, образованный контрастными светлыми и темными участками, можно проанализировать и трансформировать в его *пространственную частоту* — в число вариаций освещенности на определенном участке пространства. Для большей наглядности пространственную частоту можно определить как *число циклов* чередования темных и светлых полос на данном участке поля зрения. Чем больше полос приходится на единицу площади паттерна, тем выше его пространственная частота. Следовательно, паттерны с высокими пространственными частотами состоят из мелких деталей, паттерны с низкими пространственными частотами — из крупных элементов. На практике простран-

---

* *Шиффман Х.* Ощущение и восприятие. СПб.: Питер, 2003. С. 243—253.

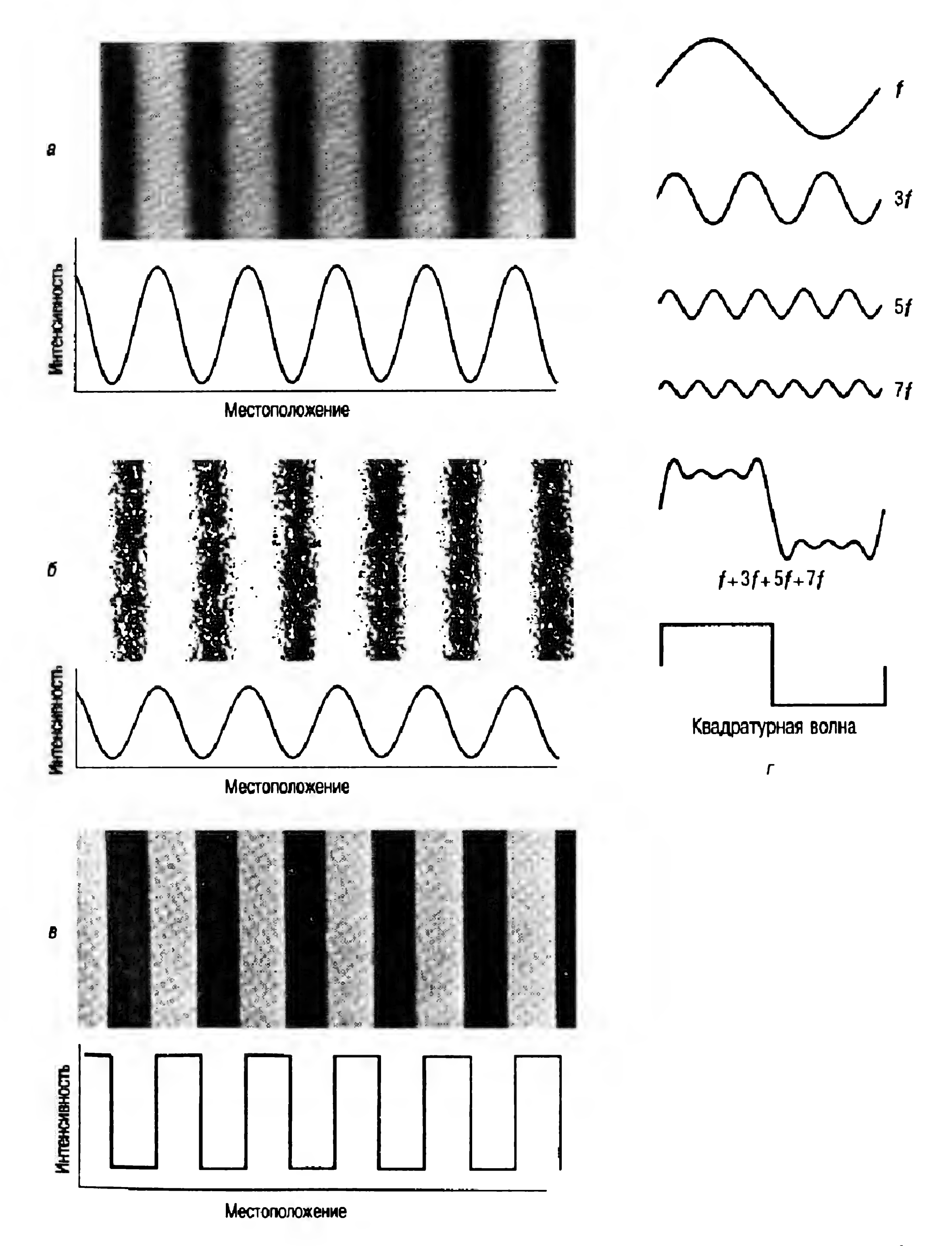


Рис. 1. Типы решеток, под каждым из них представлен соответствующий ему профиль освещенности: *А* — решетка синусоидального типа; *Б* — синусоидальная решетка с той же частотой, что и *А*, но менее контрастная; *В* — решетка квадратурно-волнового типа; *Г* — синтез квадратурной волны с помощью синтеза Фурье. Сложение компонентов Фурье приводит к аппроксимации квадратурной волны (*f* представляет собой частоту исходной синусоиды, соответствующей одному циклу)

ственной частотой называют число циклов изменения освещенности на один градус угла зрения (*циклов/градус*). Подобное определение связывает единицы измерения пространственной частоты со специфической единицей измерения величины образа на сетчатке — углом зрения <...> и устраняет необходимость специально оговаривать связь между величиной конкретных контрастных участков и расстоянием, с которого они воспринимаются.

Решетчатые паттерны и контраст. *Решетчатыми паттернами* называются паттерны, состоящие из примыкающих друг к другу светлых и темных полос. Они используются в качестве «строительных блоков» при создании сложных зрительных композиций, и в этом заключается их практическая ценность, Примеры типичных решетчатых узоров представлены на рис. 1 *А*, *Б*, *В*. Под каждым узором приведены соответствующие им распределения интенсивности света, называемые *профилями освещенности*. Обратите внимание на то, что полосы решеток, представленных на рис. 1 *А* и *Б*, не имеют четких, хорошо очерченных краев, их заменяет постепенный переход от светлых участков к темным. В соответствии с этим профили освещенности этих паттернов представляют собой синусоиды, а подобные решетки называются *синусоидальными*, или *синусоидально-волновыми (sine-wave) решетками*. Известны также и паттерны, профили освещенности которых больше похожи на изломанные прямые, чем на кривые. На рис. 1*В* представлен такой паттерн, называемый *квадратурно-волновой решеткой*. Квадратурно-волновой профиль освещенности соответствует серии регулярно повторяющихся темных и светлых полос с четкими краями.

Кривая распределения интенсивности, представленная профилем освещенности паттерна решетки (под каждым паттерном приводится его профиль освещенности), отражает степень контраста, характерную для всего паттерна. Обратите внимание на то, что все узоры, представленные на рис. 1, имеют одинаковое количество циклов, или одинаковую пространственную частоту, но отличаются друг от друга распределением интенсивности, или контраста. Слово «*контраст*» в данном контексте употребляется для обозначения разницы в освещенности темных и светлых полос. Чем больше разница, тем больше и контраст.

Ряд Фурье. Каким образом сложная зрительная картина связана с паттернами синусоидальных решеток, о которых мы только что рассказали? Прежде всего, вспомните, что визуальный образ представляет собой паттерн освещенностей, т.е. он представляет собой сумму ряда простых компонентов. Используя специальный математический прием, называемый *анализом Фурье*, можно трансформировать сложное пространственное распределение освещенности всей зрительной картины в синусоидальные волны ее простых компонентов, называемые *компонентами Фурье*. Этот прием основан на *теореме Фурье*, математическом принципе, сформулированном в начале XIX в. французским физиком и математиком Жаном Батистом Фурье (1768—1830). Коротко ее суть можно сформулировать следующим образом: любой сложный паттерн, состоящий из

простых повторяющихся элементов, может быть представлен рядом простых синусоидальных волн. Как сказано выше, ряд Фурье позволяет проанализировать любой паттерн, или зрительный образ, независимо от степени сложности как совокупность синусоидальных волн его компонентов.

Точно так же возможно и обратное действие — суммирование синусоидальных волн компонентов для получения сложного паттерна. Этот рекомбинационный процесс называется синтезом Фурье. Пример синтеза Фурье, представленный на рис. 1 *Г*, показывает, как следует объединить синусоидальные волны f, $3f$, $5f$ и $7f$, чтобы образовался паттерн, распределение интенсивностей, или профиль освещенности, которого приближается к квадратурной волне $f + 3f + 5f + 7f$. Обратите внимание на то, что сходство этого распределения с распределением, представленным на рис. 1 *В*, возрастает по мере того, как надлежащим образом прибавляются более высокие частоты (например, $9f$, $11f$, $13f$).

Детекторы пространственной частоты. Предположим, что зрительная система выполняет анализ пространственной частоты сложного объекта. Скорее всего, этот объект, разложенный и проанализированный так, как описано выше, будет содержать участки с высокой и с низкой пространственной частотой и с высокой и низкой контрастностью. Четко просматриваемым, текстурированным участкам зрительного образа будут соответствовать высокие пространственные частоты (с многочисленными изменениями освещенности), а участкам, содержащим более грубые, крупные и менее детализированные элементы, — низкие пространственные частоты (с немногочисленными изменениями освещенности). Как мы скоро узнаем, есть доказательства существования в зрительной системе детекторов пространственной частоты — специализированных клеток, или каналов, «настроенных» на определенные изменения освещенности. Иными словами, в зрительной системе есть некие нейронные единицы, максимально чувствительные к определенным пространственным частотам. Следовательно, исходя из данных об анализе пространственной частоты можно сказать, что наше восприятие любого сложного визуального образа является результатом анализа и синтеза зрительной системой образующих его пространственных частот. А это значит, что мозг реконструирует зрительный образ объекта, интегрируя информацию о разных пространственных частотах, получаемую по разным каналам, стимулируемым его компонентами.

Функция контрастной чувствительности

Как отмечалось выше, характерными особенностями любого паттерна являются его пространственная частота (т.е. число вариаций интенсивности или освещенности) и контраст (различие в интенсивностях между элементами паттерна). Существует определенная связь между пространственной частотой и контрастом: при одном и том же контрасте некоторые пространственные частоты вос-

принимаются более четко, нежели другие. То, что одни пространственные частоты можно отличить от других при меньшем контрасте, свидетельствует о разной чувствительности визуальной системы к разным пространственным частотам. Это становится очевидным при рассмотрении паттернов пространственной частоты, имеющих разную освещенность (рис. 2).

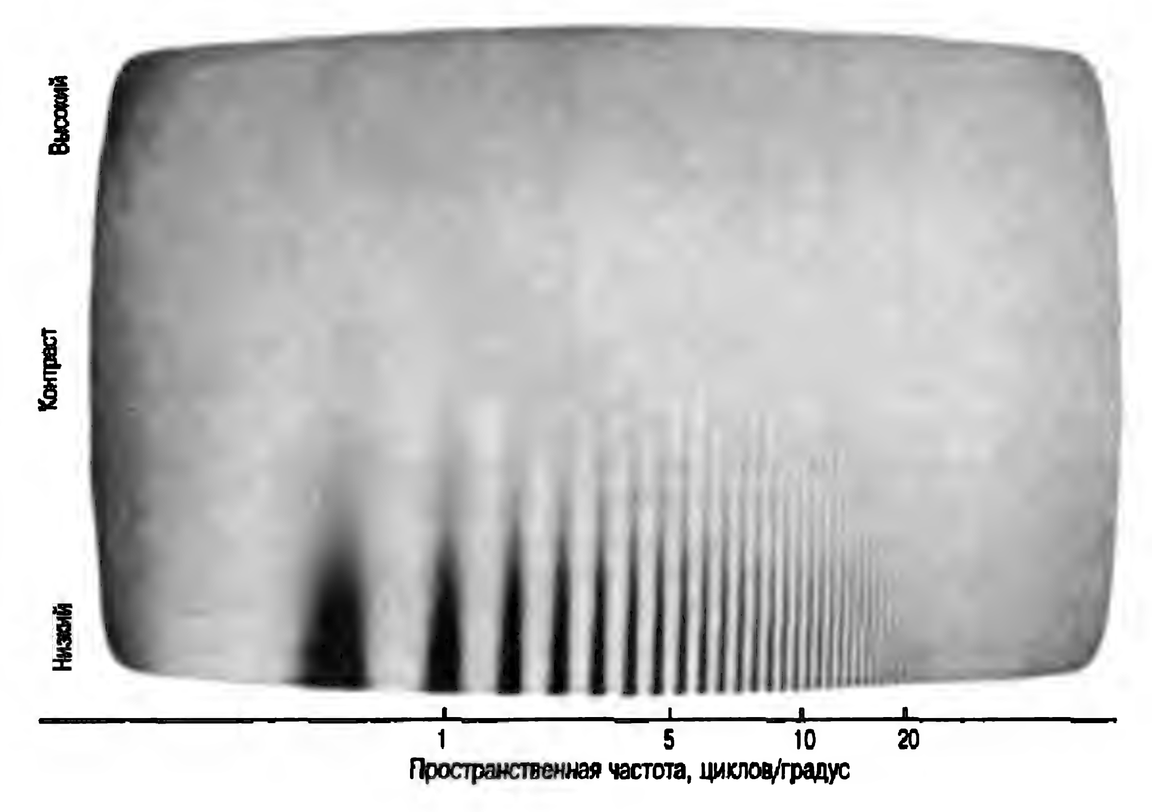


Рис. 2. Паттерн, содержащий синусоидальные решетки, пространственная частота которых увеличивается слева направо, а контраст — сверху вниз

Большинство людей лучше всего видят пространственные частоты в центре. Из-за недостатков полиграфии этот рисунок, на котором плохо видны или вовсе отсутствуют некоторые детали паттерна, может служить лишь приблизительной иллюстрацией

На экране представлен неоднородный паттерн синусоидальных решеток, пространственная частота которых возрастает слева направо, а контраст — сверху вниз. Чтобы различить частоты, расположенные в правой части экрана, нужна большая контрастность, чем для того, чтобы различить частоты в левой части, т.е. порог восприятия этих частот выше, а чувствительность зрительной системы к ним — ниже. Иными словами, чем меньший контраст нужен для того, чтобы пространственные частоты были видимыми, тем выше чувствительность зрительной системы к этим частотам.

Рассмотрим зависимость пороговых уровней контраста и пространственной частоты, характеризующую чувствительность зрительной системы к тому

интервалу пространственных частот, для которого определена эта зависимость. Связь между пространственной частотой и пороговыми уровнями контраста называется *функцией контрастной чувствительности*. Зависимость контрастной чувствительности от пространственной частоты, определенная по данным рис. 2, представлена на рис. 3 в виде функции контрастной чувствительности.



Рис. 3. Функция контрастной чувствительности

Кривая отражает связь порога светового контраста и чувствительности зрительной системы к разным воспринимаемым ею пространственным частотам. На левой ординате отложены значения порогов восприятия контраста, соответствующие различению каждой частоты, на правой — значения, обратные световым порогам. Средние пространственные частоты видны при меньшем световом контрасте, чем низкие или высокие. Следовательно, зрительная система обладает наибольшей чувствительностью к средним пространственным частотам, равным примерно 3 цикла/градус (вывод сде-лан на основании определенного изученного интервала частот)[1]

Для паттернов с низкими пространственными частотами (т.е. образованных крупными или лишенными деталей участками) порог контрастной чувствительности высок (левая ордината) и чувствительность относительно низка (правая ордината). Это значит, что для различения паттерна нужен большой контраст. По мере увеличения пространственной частоты (продвижение по экрану рис. 2 слева направо) световой порог, необходимый для различения паттерна, понижается и повышается чувствительность. Однако для паттернов с очень высокими пространственными частотами (они приблизительно представлены в правой части экрана рис. 2) величины световых порогов возрастают и чувствительность понижается.

[1] См.: *Howard I.P.* Human visual orientation. N.Y.: Wiley, 1982.

На рис. 3 представлена зависимость физического контраста, необходимого для различения решетки, от пространственной частоты визуального паттерна (или от изменений его интенсивности). Из этого рисунка следует, что число изменений интенсивности — для превращения паттерна решетки в видимый — должно соответствовать пространственной частоте, и эти изменения проявляются наиболее отчетливо в тех случаях, когда они происходят при средних значениях пространственных частот (максимальное число изменений интенсивности соответствует пространственной частоте, равной 3 цикла/град., что согласуется с данными рис. 2). Когда перемены в интенсивности происходят слишком часто (т.е. когда пространственная частота очень велика) или слишком редко (т.е. когда пространственная частота слишком мала), чувствительность к изменениям понижается. Следовательно, зрительная система менее чувствительна к очень низким и очень высоким пространственным частотам, чем к средним.

Одна из причин повышенного интереса к пространственной частоте связана с тем, что, как уже отмечалось нами, любой визуальный образ может быть представлен сложным набором паттернов, каждый из которых имеет свою собственную пространственную частоту. Неструктурированные участки визуального образа имеют низкую пространственную частоту, а элементы и участки, содержащие мелкие детали, — высокую. Следовательно, можно сказать, что, в известном смысле, на определенном уровне зрительной системы выполняется Фурье-преобразование пространственных частот, содержащихся в визуальном стимуле, т.е. определяются компоненты Фурье его паттерна. Если такой анализ будет выполнен, визуальная система получит информацию об индивидуальных синусоидальных компонентах (о компонентах Фурье) сложного паттерна. Иными словами, в зрительной системе могут быть дискретные, независимые нейроны (или каналы), каждый из которых «настроен» на определенный, но ограниченный интервал пространственных частот, чувствительность к которому у него максимальна. Один из способов доказательства независимости каналов, обрабатывающих информацию о пространственной частоте, включает использование *селективной адаптации*.

Селективная адаптация

Наличие в зрительной системе специализированных каналов, воспринимающих пространственную частоту, может быть доказано методом, основанным на *селективной адаптации*, понятие о которой было введено <...> при обсуждении феномена *последействий*. Метод селективной адаптации основан на том, что наблюдатель сосредоточивает свое внимание на определенных характеристических признаках какого-либо объекта (например, на его цвете, форме или присущей данному объекту специфической пространственной частоте). Считается, что пристальное «всматривание» в подобные признаки «утомляет»

нейроны или нейронные структуры, стимулируемые ими. На восприятии это сказывается таким образом, что чувствительность к определенному, пристально рассматриваемому признаку предмета уменьшается. Ниже приводится описание эксперимента, доказывающего факт существования селективной адаптации к пространственной частоте.

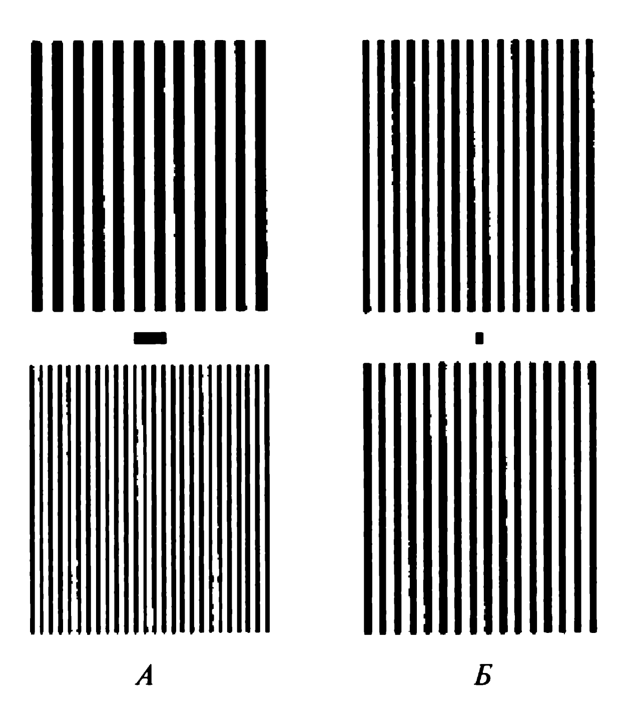


Рис. 4. Паттерны, рассматриваемые испытуемым, *А* и тестовые паттерны *Б*, используемые для доказательства наличия в зрительной системе специализированных каналов, предназначенных для восприятия пространственной частоты. Методика проведения эксперимента описана в тексте[2]

Можно предположить, что наблюдаемое явление — следствие влияния *селективной адаптации*. Предварительная фиксация взгляда на решетках (рис. 4 *А*) «утомила» каналы, настроенные преимущественно на восприятие низких пространственных частот (верхний паттерн на рис. 4 *А*). Это повлияло на восприятие средней пространственной частоты верхнего паттерна (рис. 4 *Б*) таким образом, что она стала казаться выше пространственной частоты «адаптационной» решетки на рис. 4 *А*. Аналогичным образом адаптация, или усталость, каналов, наиболее чувствительных к высоким пространственным частотам (нижний паттерн на рис. 4 *А*), приводит к тому, что средняя пространственная частота нижней решетки на рис. 4 *Б* кажется ниже, чем пространственная частота той решетки, которую вы пристально рассматривали, — решетки на рис. 4 *А*. Следовательно, если каналы зрительной системы адаптируются (и вследствие этого

[2] См.: *Blakemore C., Sutton P.* Size adaptation: A New Aftereffect // Science. 1969. Vol. 166. P. 245.

становятся менее чувствительными) к паттерну с определенной пространственной частотой, восприятие решеток с аналогичными пространственными частотами изменяется именно так, как и следовало ожидать на основании допущения о существовании каналов, специализирующихся на восприятии пространственной частоты, а именно в направлении, противоположном пространственной частоте решетки, вызвавшей селективную адаптацию.

Экспериментальное подтверждение: роль каналов пространственной частоты в функционировании зрительной системы человека

Рассмотрим рис. 4. Левая верхняя решетка (рис. 4 *А*) имеет сравнительно низкую пространственную частоту (широкие полосы), а нижняя — высокую (узкие полосы). Пространственные частоты (ширина полос) решеток на рис. 4 *Б* идентичны и занимают промежуточное положение между пространственными частотами решеток, представленных на рис. 4 *А*. Прикройте решетки на *Б* и не менее 60 *с* внимательно рассматривайте решетки на *А*, переводя взгляд слева направо и обратно вдоль горизонтальной линии фиксации, разделяющей два паттерна. После завершения периода адаптации переведите взгляд на точку фиксации между двумя решетками (средняя пространственная частота) на *Б*. Пространственные частоты теперь уже не будут казаться идентичными: пространственная частота верхнего паттерна будет казаться выше пространственной частоты нижнего.

Иными словами, снижение чувствительности к определенной пространственной частоте (или нескольким определенным пространственным частотам) вследствие их избирательного воздействия подтверждает наличие в зрительной системе отдельных каналов, воспринимающих разные пространственные частоты.

Большинство объектов, воспринимаемых зрительной системой, может быть проанализировано с точки зрения их пространственной частоты. Описанный ниже анализ пространственной частоты сложных форм — еще одно подтверждение роли анализа Фурье в обработке зрительной информации.

Обработка зрительной информации: блок-портреты

Пример, иллюстрирующий роль анализа пространственной частоты в восприятии формы, представлен на рис. 5 *А*.

Фотография, так называемый блок-портрет, президента США представляет собой результат специальной компьютерной обработки традиционного портрета. Исходный портрет после обработки на компьютере был поделен на маленькие квадраты, или блоки, причем каждый из этих блоков был так воспроизведен

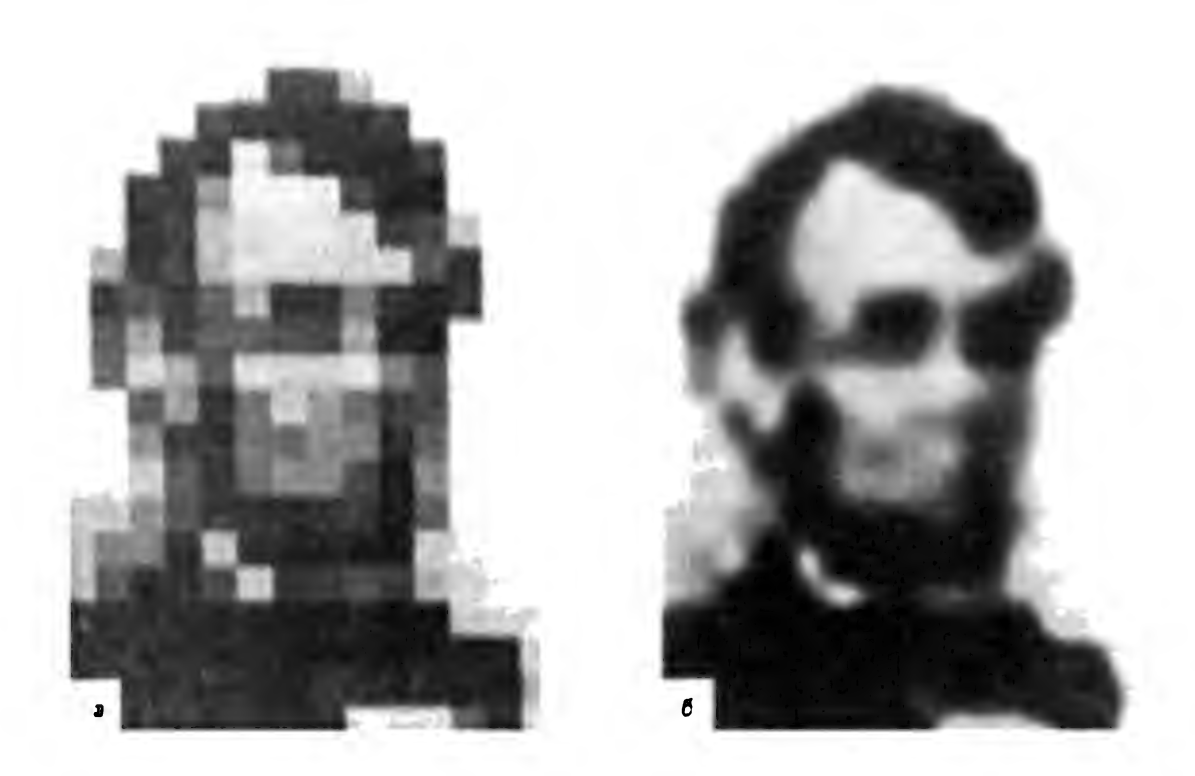


Рис. 5. А — блок-портрет, полученный на компьютере; *Б* — тот же самый портрет после удаления высокочастотного шума

типографским способом, что соответствующие участки исходного портрета сохранили присущую им среднюю интенсивность света и тени. Иными словами, освещенность каждого блока одинакова (однородна) на всей его площади, т.е. она была поэлементно усреднена, или оцифрована[3]. Таким образом исходный портрет был превращен в набор примыкающих друг к другу светлых и темных блоков. При этом портрет лишился многих деталей и первоначальной четкости, поскольку вследствие поэлементного усреднения освещенности всех блоков оригинала были удалены высокие пространственные частоты. Одновременно с этим резкие границы между блоками стали причиной возникновения своего рода *высокочастотного шума* — нежелательного последствия процесса усреднения освещенностей блоков. Этот шум тоже маскирует многие информативные низкочастотные компоненты, оставшиеся от оригинального портрета.

В результате при прямом и пристальном взгляде на портрет на нем не сразу разглядишь легкоузнаваемое лицо. Узнавание значительно облегчается, если портрет оказывается не в фокусе, т.е. если смотреть на него с некоторого расстояния или сбоку. Очевидное объяснение этого явления заключается в том, что при искусственной «расфокусировке» блок-портрета избирательно отфильтро-

[3] См.: *Harmon L.D.* The recognition of faces // Scientific American. 1973. Vol. 229. P. 70—82; *Harmon L.D., Julesz B.* Masking in visual recognition: Effects of two-dimensional filtered noise // Science. 1973. Vol. 180. P. 1194—1197.

вывается большая часть высокочастотного шума, образовавшегося в процессе создания блок-портрета, и общий уровень шума понижается. В результате появляется возможность воспринимать многие из оставшихся низких частот. Иными словами, при тех условиях, при которых портрет оказывается не в фокусе, уменьшается видимость искусственных резких границ между однородными квадратами, или блоками, которые образовались в результате оцифровки последних. Устранение привнесенных оцифровкой высокочастотных деталей делает видимыми низкочастотные информативные детали, что и облегчает узнавание лица. Графически это представлено на рис. 5 *Б*.

Пространственная частота и острота зрения

Анализ функционирования зрительной системы, учитывающий ее чувствительность к светлотному контрасту, является основой для выработки более информативного и полного критерия оценки остроты зрения, например, остроты разрешающей способности глаза, <...> оцененной исключительно при одной пространственной частоте и при одном уровне светового контраста. Например, у человека может быть средняя чувствительность к одним пространственным частотам и чувствительность ниже средней — к другим. Известно, что возраст по-разному влияет на контрастную чувствительность к разным пространственным частотам: чувствительность к высоким частотам значительно снижается, а чувствительность к низким остается практически неизменной[4]. Следовательно, в результате старения утрачивается способность различать мелкие детали.

Аналогично возрасту действует на контрастную чувствительность к высоким пространственным частотам и движение — оно ее понижает. Иными словами, при стимулировании движущимся раздражителем, образованным высокими пространственными частотами, восприятие мелких деталей ухудшается[5]. Обсудим практические последствия этого явления для такого вида деятельности, как управление транспортным средством. Хотя способность видеть другие легковые автомобили и грузовики (низкие пространственные частоты) при движении в потоке машин остается неизменной, способность различать надписи на дорожных указателях, а также растущие вдоль дороги деревья и кусты (высокие пространственные частоты) понижается. Как правило, подобные изменения остроты зрения не фиксируются ни с помощью <...> таблицы Снеллена, <...>

---

[4] См.: *Owsley C., Sekuler R., Siemsen D.* Contrast sensitivity throughput adulthood // Vision Research. 1983. Vol. 23. P. 689—699; *Crassini B., Brown B., Bowman K.* Age-related changes in contrast sensitivity in central and peripheral retina // Perception. 1988. Vol. 17. P. 315—332.

[5] См.: *Long G.M., Homolka J.L.* Contrast sensitivity during horizontal visual pursuit: dynamic sensitivity functions // Perception. 1992. Vol. 21. P. 753—764; *Long G.M., Kearns D.F.* Visibility of text and icon highway signs under dynamic viewing conditions // Human Factors. 1996. Vol. 38. P. 690—701.

ни с помощью таблицы, которая помогла установить, что у детей способность к распознаванию большинства пространственных частот выражена слабее, чем у взрослых[6].

Исследования, выполненные Гинсбургом, показывают, что острота зрения людей, чья профессия предъявляет к ней повышенные требования, например, острота зрения летчиков, измеренная традиционными методами, вполне может оказаться нормальной или средней, однако если оценить ее, учитывая и контрастную чувствительность, обнаруживаются весьма существенные индивидуальные различия[7]. Автор нашел, что некоторые летчики демонстрируют большую контрастную чувствительность в случае низких пространственных частот, чем их коллеги, острота зрения которых по итогам теста Снеллена, в ходе которого предъявляется высокочастотный стимульный материал, была признана более высокой[8]. Подобная ярко выраженная избирательная чувствительность может проявляться в улучшении восприятия объектов при плохой видимости, например, в тумане, или объектов, находящихся на большом расстоянии. На основании результатов тестирования по Снеллену Гинсбург предположил, что от 10 до 15% населения имеет хорошую остроту зрения, но плохую чувствительность к низким и средним пространственным частотам[9].

Роль анализа пространственной частоты в зрительном восприятии

Какую роль в изучении зрительного восприятия играет анализ пространственной частоты? Прежде всего, он является простым и надежным способом описания и обобщения структурных деталей различных визуальных объектов, а

---

[6] См.: *Dobson V., Teller D.Y.* Visual acuity in human infants: A review and comparison of behavioral and electrpohysical studies // Vision Research 1978. Vol. 18. P. 1469—1483; *Gwiazda J., Brill S., Held R.* New methods for testing infant vision // The Sigbtsaving Review. 1979. Vol. 49. P. 61—69; *Norcia A.M., Tyier C.W.* Spatial frequency sweep VEP: Visual acuity during the first year of life // Vision Research. 1985. Vol. 25. P. 1399—1408.

[7] См.: *Ginsburg A.P.* Spatial filtering and vision: Implications for normal and abnormal vision // Clinical applications of psychophysics / L. Proenza, J. Enoch, A. Jampolski (Eds.). N.Y.: Cambridge University Press, 1981; *Ginsburg A.P.* Spatial filtering and visual form perception // Handbook of perception and human performance. Vol. II: Cognitive processes and performance / K.R. Boff, L. Kaufman, J.P. Thomas (Eds.). N.Y.: John Wiley, 1986.

[8] См.: *Ginsburg A.P.* Spatial filtering and vision: Implications for normal and abnormal vision // Clinical applications of psychophysics / L. Proenza, J. Enoch, A. Jampolski (Eds.).N.Y.: Cambridge University Press, 1981.

[9] См.: *Ginsburg A.P.* Spatial filtering and visual form perception // Handbook of perception and human performance. Vol. II: Cognitive processes and performance / K.R. Boff, L. Kaufman, J.P. Thomas (Eds.). N.Y.: John Wiley, 1986; *Ginsburg A.P., Cannon M.W., Evans D.W., Owsley C., Mulvaney P.* Large sample norms for contrast sensitivity // American Journal of Optometry and Physiological Optics. 1984. Vol. 61. P. 80—84.

именно: высокие пространственные частоты кодируют информацию о деталях, обладающих наиболее тонкой текстурой, а низкие пространственные частоты — информацию о структурах, образованных паттернами крупных элементов. С его помощью можно также описать и общие принципы работы визуальной системы, связанной с анализом, сопоставлением и интеграцией активности огромного количества рецепторов и соотнесением этой активности со специфическим признаком физического раздражителя. Кроме того, мы убедились, что описание визуального раздражителя в терминах его пространственных частот полезно для оценки остроты зрения и более информативно, чем оценка последней с помощью традиционной таблицы Снеллена. Анализ пространственной частоты не просто выявляет, какие именно количественные и дескриптивные характеристики может использовать зрительная система для кодирования сложной визуальной информации, подлежащей дальнейшей обработке, но играет в зрении более существенную роль.

А.Д. Логвиненко

Передаточная функция всей зрительной системы в целом[*]

Основное внимание <...> мы уделим анализу методов и результатов эмпирического построения полной передаточной функции. <...>

Многообразие методов идентификации линейных систем[1] обусловило и многообразие психофизических методов идентификации полной передаточной функции. В силу ряда причин в психофизике зрения наибольшее распространение получили частотные методы, в частности, один из вариантов метода гармонического стимула, заключающегося с точки зрения психолога в построении изоконтрастных кривых. Это связано с тем, что для идентификации линейной и инвариантной системы методом гармонического стимула, вообще говоря, не обязательно иметь функцию светлоты тестового гармонического стимула. <...> Для такой системы образ гармонического стимула также будет гармоническим и для идентификации системы достаточно знать его амплитуду и фазу. Принимая во внимание необычайную трудоемкость процедуры построения функции светлоты для трехмерного стимула $l(x^1, x^2, t)$, легко понять не только привлекательность метода гармонического стимула для психологов, но и то, почему идентификации подвергалась не вся трехмерная передаточная функция зрительной системы в целом: $H(f^1, f^2, w)$, а лишь ее одномерные или двумерные сечения.

Первые попытки эмпирического построения передаточной функции зрительной системы человека были предприняты более полувека назад (кстати сказать, задолго до появления математической теории идентификации систем как таковой). С помощью порогового варианта метода изоконтрастных кривых

---

[*] Фурье-анализ зрительного восприятия / Под ред. А.Д.Логвиненко. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. С. 33—38.

[1] См.: *Эйкхофф П.* Основы идентификации систем управления. М., 1975.

определялась временная передаточная функция $H(0, 0, w)$[2]. Четверть века назад этим же методом была построена одномерная пространственная — $H(f^1, 0, 0)$ передаточная функция[3]. Пространственно-временну́ю — $H(f^1, 0, w)$ передаточную функцию впервые построил также этим методом Дональд Келли[4].

Метод изоконтрастных кривых

Простоты ради и следуя сложившейся традиции, изложение этого метода будем вести для одномерного случая, например, для идентификации пространственной передаточной функции $H(f^1, 0, 0)$. Не изменяющиеся аргументы в дальнейшем будем, как правило, опускать, т.е. писать $H(f)$ вместо $H(f^1, 0, 0)$ или $l(x)$ вместо $l(x^1)$ $l(x^2)$ $1(t)$ и $l(x, t)$ вместо $l(x^1, t)$ $1(x^2)$.

Важной характеристикой любого метода идентификации является выбор тестовых стимулов. Для метода изоконтрастных кривых такими стимулами являются вертикальные синусоидальные решетки, яркостные функции которых имеют следующий вид (рис. 1):

$$l(x) = l_0 (1 + m \sin 2\varpi f x). \qquad (1)$$

Синусоидальная решетка (1) вполне определяется тремя числами: ее средней яркостью (l_0), контрастом (m) и пространственной частотой (f). Контраст решетки, так называемый контраст Майкельсона, связан с наиболее (l_{max}) и наименее (l_{min}) яркими участками решетки следующим соотношением:

$$m = \frac{l_{max} - l_{min}}{l_{max} + l_{min}} \qquad (2)$$

Пространственная частота есть величина, обратная периоду D (рис. 1) решетки, т.е. $f = D^{-1}$. Поскольку для проксимального стимула пространственные координаты измеряются в угловых единицах (градусах или минутах), то размерность пространственной частоты, следовательно, *угл. град.*$^{-1}$ или *угл. мин.*$^{-1}$. (Отметим попутно, что временные частоты измеряются в герцах — *Гц*). <...>

В основе метода изоконтрастных кривых лежат следующие рассуждения. Передаточная функция зрительной системы показывает, насколько система изменяет контраст синусоидальной решетки. Поэтому ее определение сводится к вычислению отношения субъективного контраста решетки к контрасту фи-

---

[2] См.: *Ives H.E.* A theory of intermittent vision // J. Opt. Soc. Am. and Rev. Sci. Instr. 1922. Vol. 6. P. 343—361; *De Lange.* Experiments on flicker and some calculations on an electrical analogue of the foveal systems // Physics. 1952. Vol. 18. P. 935—950.

[3] См.: *Schade O.H.* Optical and photoelectric analog of the eye // J. Opt. Soc. Am. 1956. Vol. 46. P. 721—739.

[4] См.: *Kelly D.H.* Frequency doubling in visual responses // J. Opt. Soc. Am. 1966. Vol. 56. P. 1628—1633.

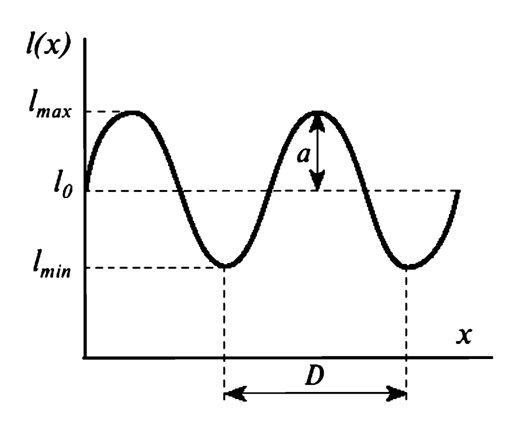


Рис. 1. Яркостная функция для синусоидальной решетки

зической решетки как функции пространственной частоты. При этом можно поступать двояким способом. Либо зафиксировать контраст физической решетки (т.е., предъявлять синусоидальные решетки с разной пространственной частотой, имеющие одинаковый контраст) и измерять субъективный контраст как функцию пространственной частоты; либо, задавшись некоторым определенным уровнем субъективного контраста, экспериментально определить для каждой пространственной частоты тот физический контраст, при котором решетка имеет заданную величину субъективного контраста. Полученная в результате кривая, показывающая, какую величину физического контраста на той или иной пространственной частоте необходимо взять для того, чтобы субъективный контраст был одним и тем же на любой пространственной частоте, называется изоконтрастной кривой. Изоконтрастная кривая есть функция, обратная к передаточной функции (с некоторым коэффициентом пропорциональности).

Непременным условием применимости метода изоконтрастных кривых для построения передаточной функции зрительной системы является следующее соотношение:

$$m\,(f_э) - m_0\,(f_э) = m\,(f) - m_0\,(f), \qquad (3)$$

где $m\,(f_э)$ — фиксированный контраст эталонной решетки с постоянной пространственной частотой $f_э$; $m\,(f)$ — контраст решетки с переменной пространственной частотой f, подобранный таким образом, что субъективные контрасты обеих решеток равны; $m_0(f_э)$, $m_0(f)$ — пороговые контрасты эталонной и переменной решеток соответственно.

Это равенство означает, что любая изоконтрастная кривая должна получаться из пороговой кривой сдвигом вдоль оси ординат на величину, пропорциональную контрасту стандартной решетки. Именно такое соотношение между пороговыми и изоконтрастными кривыми было получено эксперимен-

тально[5]. Однако этот автор помимо эталонной решетки с частотой 5 *угл. град.*$^{-1}$ использовал всего лишь две переменные решетки 1,67 и 15 *угл. град.*$^{-1}$. Ясно, что три точки слишком мало для того, чтобы судить о выполнении условия (3). Более того, ряд исследователей указывают на то, что форма изоконтрастной кривой изменяется с изменением контраста эталонной решетки[6]. Так, по данным некоторых авторов, изоконтрастные кривые становятся практически горизонтальными линиями для эталонных решеток с контрастом, близким к единице[7]. Поэтому изоконтрастные кривые могут служить средством построения передаточной функции зрительной системы лишь при условии малости контраста эталонной решетки. Только в этом случае можно надеяться на выполнение равенства (3).

Наименьший доступный испытуемому контраст эталонной решетки — это ее пороговый контраст. В некотором смысле кривую пороговых контрастов можно рассматривать как разновидность изоконтрастной кривой. Действительно, согласно существующим ныне представлениям о механизме обнаружения <...> испытуемый в пороговой ситуации отвечает реакцией «да», если субъективный контраст решетки превышает некоторый фиксированный уровень ε, называемый критерием испытуемого. Существуют некоторые косвенные свидетельства в пользу того, что критерий ε не зависит от частоты решетки[8]. Если это так, то кривая пороговых контрастов — это изоконтрастная кривая, соответствующая субъективному контрасту, равному критерию испытуемого.

Величина, обратная пороговому контрасту, называется контрастной чувствительностью. Зависимость контрастной чувствительности от пространственной частоты синусоидальной решетки будем называть функцией контрастной чувствительности. Таким образом, мы приходим к выводу, что функция контрастной чувствительности совпадает с передаточной функцией зрительной системы с точностью до некоторого постоянного множителя. В дальнейшем разновидность метода, связанного с построением функции контрастной чувствительности, будем называть пороговым методом идентификации передаточной функции.

---

[5] См.: *Kulikowski J.J.* Effective contrast constancy linearity of contrast sensation // Vision Research. 1976. Vol. 16. P. 1419—1431.

[6] См.: *Watanabe A., Mori T., Nagata S., Hiwatashi K.* Spatial sine-wave responses of the human visual system // Vision Research. 1968. Vol. 8. P. 1245—1264; *Blakemore C., Campbell F.W.* On the existence of neurones in the human visual system selectively sesitive to the orientation and size of retinal images // J. Physiol. 1969. Vol. 205. P. 237—260.

[7] См.: *Georgeson M.A., Sullivan G.D.* Contrast constancy: deblurring in human vision by spatial frequence channels // J. Physiol. 1975. Vol. 252. P. 627—656.

[8] См.: *Sachs M., Nachmias J., Robson J.G.* Spatial-frequency channels in human vision // J. Opt. Soc. Am. 1971. Vol. 61. P. 1176—1186.

Метод изоконтрастных кривых для идентификации передаточной функции зрительной системы, как правило, применяют в его пороговом варианте. Одним из немногих авторов, которые использовали непороговый вариант этого метода, является О. Брингдал[9]. Он определял отношение контрастов (субъективного к физическому) при различных величинах физического контраста для пространственных частот в диапазоне 0,5—9,0 *угл. град.*$^{-1}$ со средней яркостью 0,25 × 20 нит методом подравнивания. Испытуемого просили подравнять яркость однородного поля к максимальной яркости, которую имеют светлые полосы синусоидальной решетки. Затем испытуемый должен был установить яркость однородного поля таким образом, чтобы его светлота равнялась наиболее темному участку на синусоидальной решетке. Отношение этих величин принималось им за величину субъективного контраста. Построенные этим автором кривые, показывающие зависимость отношения субъективного к объективному контрасту от пространственной частоты примечательны в двух отношениях. Во-первых, все они имеют максимум на частоте 5—7 *угл. град.*$^{-1}$. Во-вторых, отношение контрастов превышает единицу для всех пространственных частот исследовавшегося диапазона, т.е. зрительная система в этом диапазоне усиливает контраст. Явление усиления контраста хорошо известно в психологии зрительного восприятия[10]. Однако, как правило, это явление связывается с более сложными процессами обработки зрительной информации, нежели обсуждаемые здесь. Представляется необходимым подвергнуть явление усиления контраста синусоидальной решетки дополнительному исследованию с применением более тонких психофизических методов.

---

[9] См.: *Bryngdahl O.* Characteristics of the visual system: psychophysical measurements of the responce to spatial sine-wave stimuli in the mesopic region // J. Opt. Soc. Am. 1964. Vol. 54. P. 1152—1160; *Bryngdahl O.* Regular occurance of simultaneous brightness contrast in the mesopic region // Kybernetik. 1965. Vol. 2. P. 227—236.

[10] См.: *Heineman E.G.* Simultaneous brightness induction // Handbook of Sensory Physiology / D. Jameson, L.M. Hurvich (Eds.). N.Y., 1972. Vol. VII/4. Visual Psychophysics.

Часть 1. Факты, закономерности и результаты исследований ощущения и восприятия

1 *Восприятие цвета. Основные субъективные характеристики цвета и их объективные корреляты. Адаптация. Явление Пуркинье. Виды контрастов. Законы смешения цветов. Цветовой круг и треугольник. Цветовое тело. Теории цветового зрения*

Б.М. Величковский,
В.П. Зинченко,
А.Р. Лурия

Восприятие цвета*

Зрительная система человека чувствительна к электромагнитным колебаниям, длина волны которых лежит в диапазоне от 380 до 720 *нм* (миллионных долей миллиметра). Эта область электромагнитных колебаний называется *видимой частью спектра*.

Рецепция падающего на сетчатку света представляет собой только первую ступень в сложной цепи процессов, приводящих к зрительному отражению окружающего нас мира. Структура процесса восприятия цвета меняется в зависимости от оптических свойств поверхностей предметов, которые должны быть восприняты наблюдателем. Эти поверхности могут светиться, излучая больше света, чем на них падает; блестеть, отражая весь падающий на них свет; отражать лишь часть падающего света и, наконец, быть прозрачными, т.е. не оказывать свету существенных препятствий.

Значительное большинство окружающих нас предметов относится к группе тел, частично поглощающих и частично отражающих падающий на них от искусственных или естественных источников свет. Цвет этих предметов объективно характеризуется их отражательной способностью. Поэтому для восприятия цвета предметов зрительная система должна учитывать не только свет, отраженный поверхностью предмета, но также характеристики освещающего эту поверхность света.

Однако в том случае, когда поверхность светится или специально исключены признаки ее принадлежности какому-либо предмету, восприятие цвета может основываться лишь на анализе непосредственно излучаемого поверхностью света. Эта ситуация имеет место, если участок поверхности рассматривается через

---

* *Величковский Б.М., Зинченко В.П., Лурия А.Р.* Психология восприятия. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973. С. 81, 83, 109—126.

отверстие в большом темном или сером экране. Благодаря экрану скрадывается расстояние до поверхности и воспринимается диффузный цвет, относительно равномерно заполняющий отверстие. Такие цвета называются *апертурными*. Благодаря относительной простоте процессов восприятия апертурных цветов, они изучены в настоящее время более полно, чем восприятие цвета предметов. Кроме того, исследование восприятия апертурных цветов имеет важное практическое значение, так как именно с ними приходится иметь дело операторам, работающим с современными индикаторами. Широкое использование цвета для кодирования информации связано с относительной легкостью различения апертурных цветов.

Цветовые ощущения, возникающие при восприятии апертурных цветов, полностью описываются тремя характеристиками или качествами. К ним относятся светлота, цветовой тон и насыщенность.

Первая из этих характеристик — *светлота* — иногда также называется *видимой яркостью*. Светлота определяется, прежде всего, физической яркостью света. Как показали психофизические исследования, зрительная система способна реагировать на очень незначительные изменения яркости света: дифференциальный порог яркости равен всего лишь 0,01. <...>

Измеряемые с помощью психофизических методов количественные отношения между интенсивностью раздражителя и величиной ощущения не остаются постоянными. В зависимости от условий, в которых осуществляется восприятие, происходит изменение как абсолютной, так и разностной чувствительности.

Важнейшим фактором, определяющим уровень чувствительности, является интенсивность действующих на организм раздражителей. Например, изменение освещенности предметов в течение суток настолько значительно, что будь

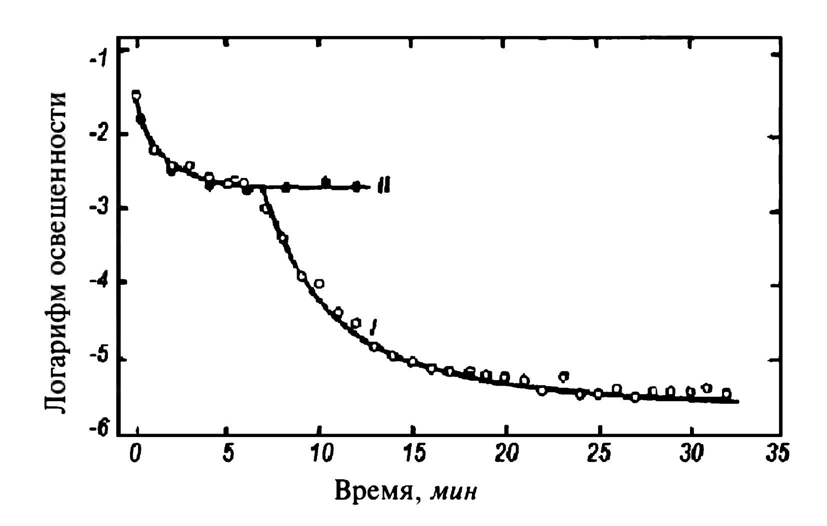


Рис. 1. Изменение нижнего абсолютного порога яркости в ходе зрительной темновой адаптации:
I — тестирование белым светом; II — тестирование красным светом

чувствительность глаза неизменной, человек либо оказывался слепым на ярком солнечном свете, либо был совершенно неспособен к восприятию в сумерках. Этого не происходит потому, что в условиях недостаточной освещенности абсолютная зрительная чувствительность обостряется, а на ярком свету — снижается. Подобное приспособительное изменение чувствительности в зависимости от условий среды называется *адаптацией*. <...>

Анализ динамики световой чувствительности при адаптации к темноте позволяет установить момент перехода от колбочкового к палочковому зрению. Для этого адаптированного к дневному свету наблюдателя помещают в полную темноту и периодически измеряют нижний абсолютный порог яркости. Результаты измерений показывают, что вначале порог быстро падает, стабилизируясь на постоянном уровне через 8—10 *мин*, а затем наступает вторичное резкое снижение порога, которое прекращается лишь через 30—40 *мин* после начала адаптации (рис. 1).

Такой «двухступенчатый» вид кривая темновой адаптации имеет только тогда, когда пороги тестируются белым светом. Если используется красный свет, к которому палочки нечувствительны, кривая адаптации состоит только из своей первой ветви. Это доказывает, что точка перелома на кривой темновой адаптации соответствует моменту перехода от колбочкового к палочковому зрению. Процесс световой адаптации продолжается обычно всего лишь доли секунды. Видимая яркость меняется также в зависимости от длины волны раздражителя. <...>

При дневном освещении более яркими кажутся тона, сдвинутые к длинноволновой, красной части спектра. В сумерках же кривая спектральной чувствительности сдвигается в сторону коротковолнового конца видимого спектра (рис. 2). В этом случае наблюдается потемнение красного и высветление синего

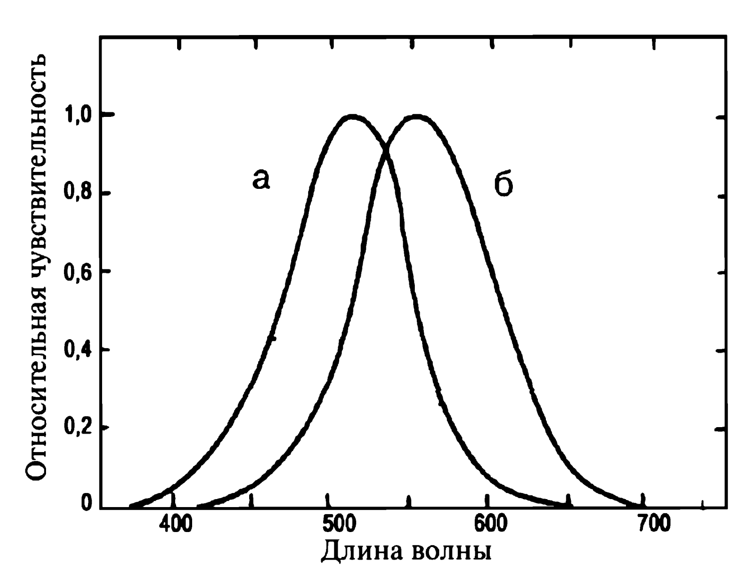


Рис. 2. Кривые спектральной чувствительности глаза: (а) в темноте и (б) на свету

тонов. Это явление носит имя открывшего его чешского физиолога Яна Пуркинье. <...>

Большой интерес представляют явления зрительного контраста. *Одновременный* или *пространственный яркостный контраст* заключается в подчеркивании зрительной системой различий яркости между соседними участками зрительного поля. Так, серый квадрат на черном фоне кажется светлее, чем такой же квадрат на светлом фоне (рис. 3).

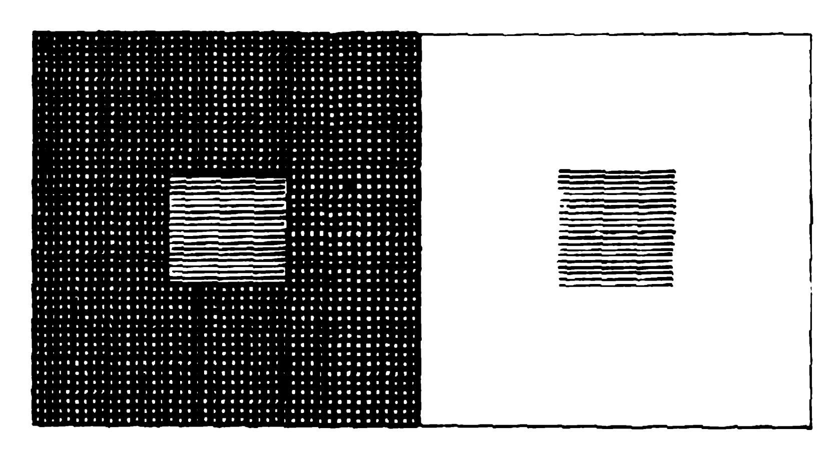


Рис. 3. Яркостный контраст

Американские исследователи Х.К. Хартлайн и Ф. Ратлиф при помощи электрофизиологических методов обнаружили наличие тормозных взаимодействий между рецепторными элементами глаза пресноводного рачка *limulus*. Тормозное влияние, оказываемое рецептором *А* на рецептор *Б*, оказалось пропорциональным освещению *А* и пространственной близости обоих элементов. Это явление получило название *латерального торможения*.

В результате латерального торможения, оказываемого соседними ярко освещенными элементами, расположенный на краю слабоосвещенной области рецептор будет разряжаться с меньшей частотой, чем элементы, освещенные столь же слабо, но расположенные дальше от границы двух областей. Напротив, рецептор, лежащий на краю ярко-освещенной области, будет разряжаться с большей частотой, чем рецепторы, расположенные в глубине этой области. Таким образом, благодаря латеральному торможению, картина возбуждений элементов сетчатки подчеркивает границы между областями различной яркости.

Тормозные взаимодействия были обнаружены в зрительных системах высокоорганизованных животных, включая обезьян. В то же время существуют данные о значительно более сложном, центральном происхождении явления контраста.

Так, например, на контраст влияет сознательная установка наблюдателя. Если знак, изображенный на рис. 4, воспринимать как две латинские буквы

V, то наблюдается выраженный яркостный контраст: левая буква кажется более светлой, чем правая. Если же воспринимать этот знак как одну букву W, то контраст исчезает.

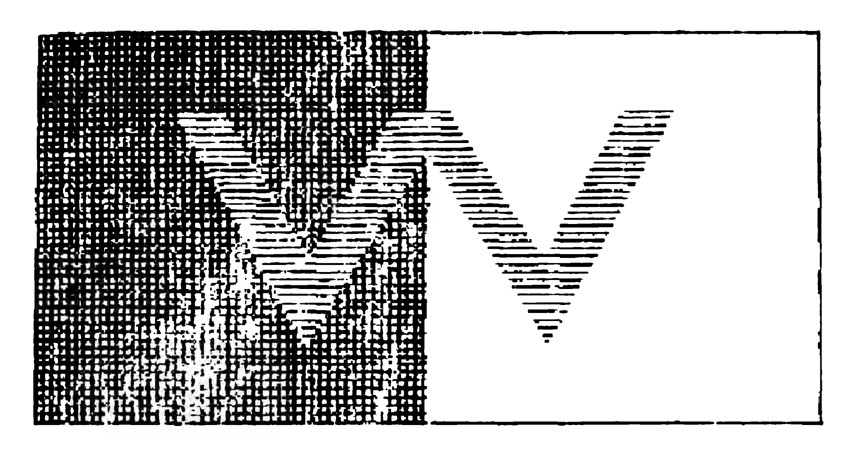


Рис. 4. Влияние установки наблюдателя на яркостный контраст (по: Коффка К., 1935)

Наряду с только что рассмотренным одновременным контрастом известен также последовательный яркостный контраст. Он выступает в виде последовательных образов — зрительных ощущений света, продолжающихся некоторое время после окончания действия раздражителя.

Различают отрицательные и положительные последовательные образы. Первые возникают, если при нормальном освещении в течение примерно 30 *с* рассматривать ярко освещенный объект, а затем быстро заменить его равномерным полем нейтрального цвета с более низкой яркостью. В этом случае испытуемый некоторое время видит перед собой темное пятно, по форме отдаленно напоминающее объект. Если же объект освещается в темноте вспышкой света, то возникает положительный последовательный образ. Как правило, он исчезает значительно быстрее, чем отрицательный. <...>

Второй характеристикой апертуарных цветов является *цветовой тон.* Монохроматические, т.е. вызванные светом с одной длиной волны, красный, зеленый, желтый и другие цвета одинаковой видимости яркости различаются как раз по своему цветовому тону. Это качество цветовых ощущений связано, прежде всего, с длиной волны раздражителя.

При переходе от коротковолновых к длинноволновым электромагнитным колебаниям цветовой тон меняется следующим образом: раздражители с короткими длинами волн воспринимаются фиолетовыми, затем следует узкий участок чистого синего цвета, который кончается сине-зелеными тонами, далее находится узкая полоска чистого зеленого цвета, за которым следуют желто-зеленые тона, потом появляется чистый желтый цвет и, наконец, в длинноволновой области — желто-красные цветовые тона.

Таким образом, монохроматические цветовые тона переходят друг в друга, образуя непрерывный ряд. Этот ряд можно превратить в замкнутый *цветовой круг*, если добавить к нему пурпурные (фиолетово-красные) цветовые тона, не являющиеся монохроматическими (рис. 5).

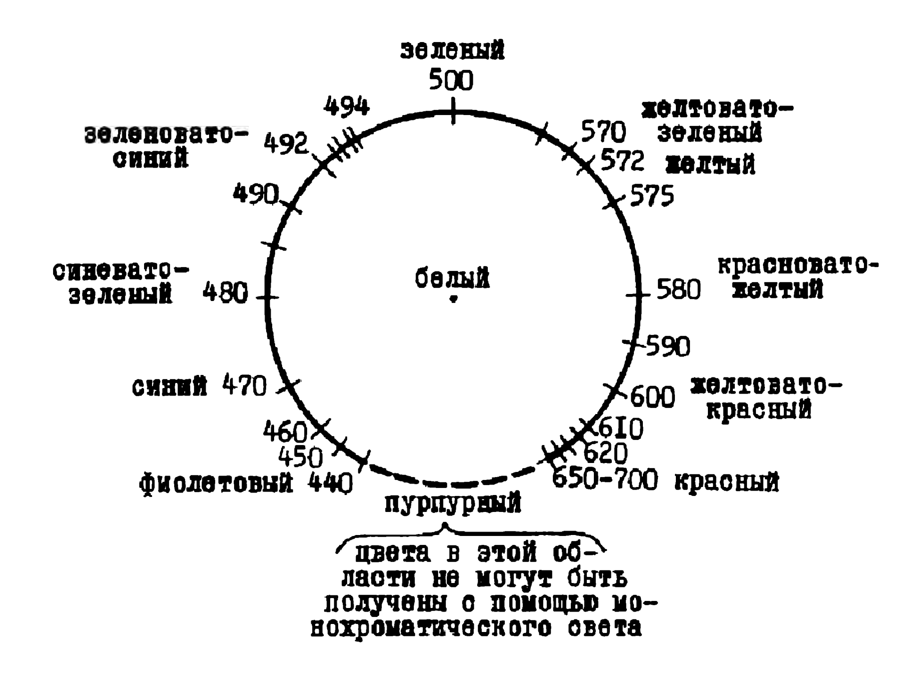


Рис. 5. Цветовой круг

Зрительная система способна различать очень тонкие оттенки цветового тона. Общее число различных оттенков монохроматических тонов достигает 150—200. Минимальные разностные пороги, равные 1 *нм*, найдены в сине-зеленой (485 *нм*) и зеленовато-желтой (575 *нм*) частях спектра.

Если длина волны однозначно определяет цветовой тон, то обратное утверждение неверно. Одному и тому же цветовому тону соответствует бесчисленное множество различных комбинаций монохроматических раздражителей. *Законы смешения цветов* были открыты И. Ньютоном не позже 1692 г. Однако полностью их справедливость была доказана только в прошлом веке. Известны три таких закона.

1. Для каждого цветового тона существует *дополнительный цветовой тон*, смешение с которым в определенной пропорции дает ощущение одного из оттенков серого (нейтрального) цвета. Следующие пары цветов являются дополнительными:

красный (660 *нм*)	— сине-зеленый (497 *нм*)
оранжевый (610 *нм*)	— зелено-синий (494 *нм*)
желтый (585 *нм*)	— синий (485 *нм*)
желто-зеленый (570 *нм*)	— фиолетовый (430 *нм*).

Легко видеть, что дополнительные цветовые тона расположены примерно на противоположных концах диаметров цветового круга.

2. При смешении двух цветов, лежащих на цветовом круге ближе, чем дополнительные, цветовой тон смеси расположен между смешиваемыми цветами на соединяющей их прямой.

3. Одинаково выглядящие цвета, независимо от своего спектрального состава, дают при смешении одинаковые по цветовому тону смеси.

Наиболее важное следствие из законов смешения цветов заключается в том, что с помощью любых трех цветов, не являющихся дополнительными, можно получить любой цветовой тон. Тройки цветов, отвечающие этому требованию, называются основными цветами. К ним относятся, например, красный, синий и зеленый цвет. На рис. 6 показано, в каких пропорциях нужно брать монохроматические красный, зеленый и синий тона, чтобы получить все остальные цветовые тона видимого спектра.

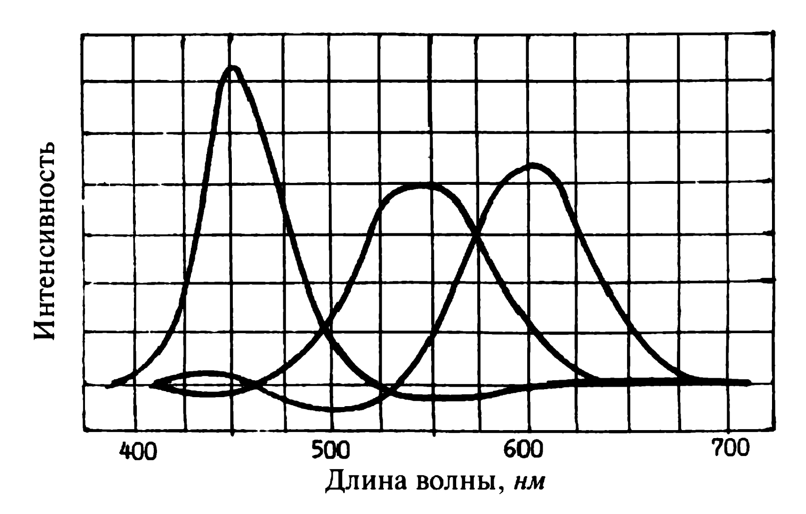


Рис. 6. Пропорции красного (650 *нм*), зеленого (530 *нм*) и синего (460 *нм*) цветов, необходимые для получения всех цветовых тонов спектра

Степень отличия некоторого цветового тона от нейтрального тона, равного с ним по светлоте, определяет третью и последнюю характеристику цветовых тонов — их *насыщенность*. Физическим коррелятом насыщенности является «зашумленность» спектрального состава света электромагнитными колебаниями с другими длинами волн.

Насыщенность зависит также от яркости стимулов. Она максимальна для средних уровней освещенности и падает как при увеличении, так и при уменьшении яркости, вплоть до полного обесцвечивания раздражителей. Синие, красные и пурпурные цвета кажутся сильно насыщенными и остаются насыщенными даже при низких уровнях яркости, желтые и зелено-желтые становятся относительно насыщенными при больших яркостях.

Как и в случае видимой яркости, существуют *цветовая адаптация* и *цветовой контраст*. Они выражаются в общем или локальном уменьшении воспринимаемой величины насыщенности цветового тона при его длительном рассматривании и в одновременном возрастании видимой насыщенности дополнительного цвета.

Цветовой последовательный контраст проявляется в виде цветовых последовательных образов. Например, длительная фиксация красного квадрата приводит к тому, что наблюдатель видит затем некоторое время перед собой зеленоватый квадрат, смещающийся вместе с движениями глаз. Еще И.В. Гёте обратил внимание на то, что цвета последовательных образов несколько отличаются от дополнительных, по сравнению с которыми они сдвинуты к краям спектра.

Все многообразие апертурных цветов, определяемых тремя рассмотренными характеристиками, можно представить в виде простой пространственной модели — *цветового тела* (рис. 7). Оно представляет собой двойную коническую пирамиду, по вертикальной оси которой происходит увеличение светлоты цвета. Каждое горизонтальное сечение цветового тела является цветовым кругом для данного уровня видимой яркости. Насыщенность цветового тона уменьшается при движении по радиусу цветового круга, в центре которого находится нейтральный серый цвет. Уменьшение радиусов цветовых кругов на концах цветового тела объясняется уменьшением насыщенности цветов при низких и высоких уровнях видимой яркости.

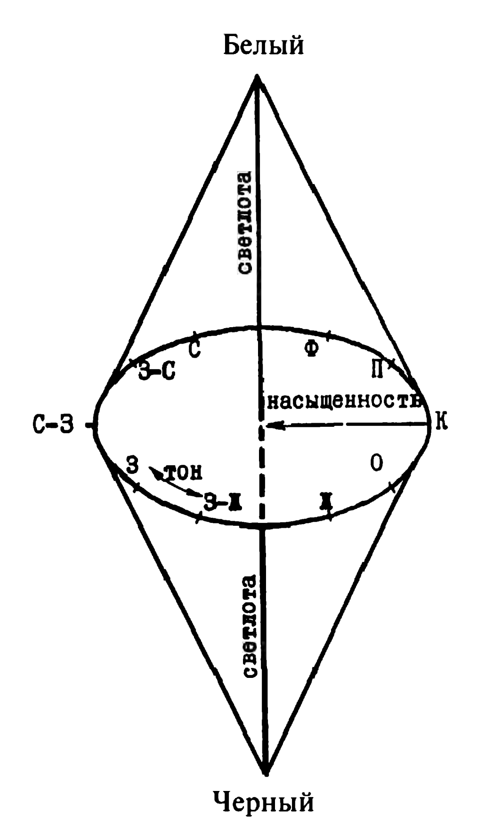


Рис. 7. Цветовое тело

Вследствие того, что все цветовые тона, включая нейтральные, могут быть получены с помощью смешения трех основных цветов, на практике для описания цветов пользуются цветовым телом, сечение которого представляет собой не круг, а треугольник. На вершинах этого *цветового треугольника* находятся три основных цвета: красный, зеленый, синий.

На рис. 8 показан цветовой треугольник, принятый Международной осветительной комиссией (МОК) в качестве эталонного. Условные коэффициенты на осях X и Y определяют координаты каждого цвета внутри цветового треугольника. Укажем координаты цветности некоторых цветов:

	X	Y
красный	0,67	0,33
зеленый	0,21	0,71
синий	0,14	0,08
голубой	0,16	0,31 и т.д.

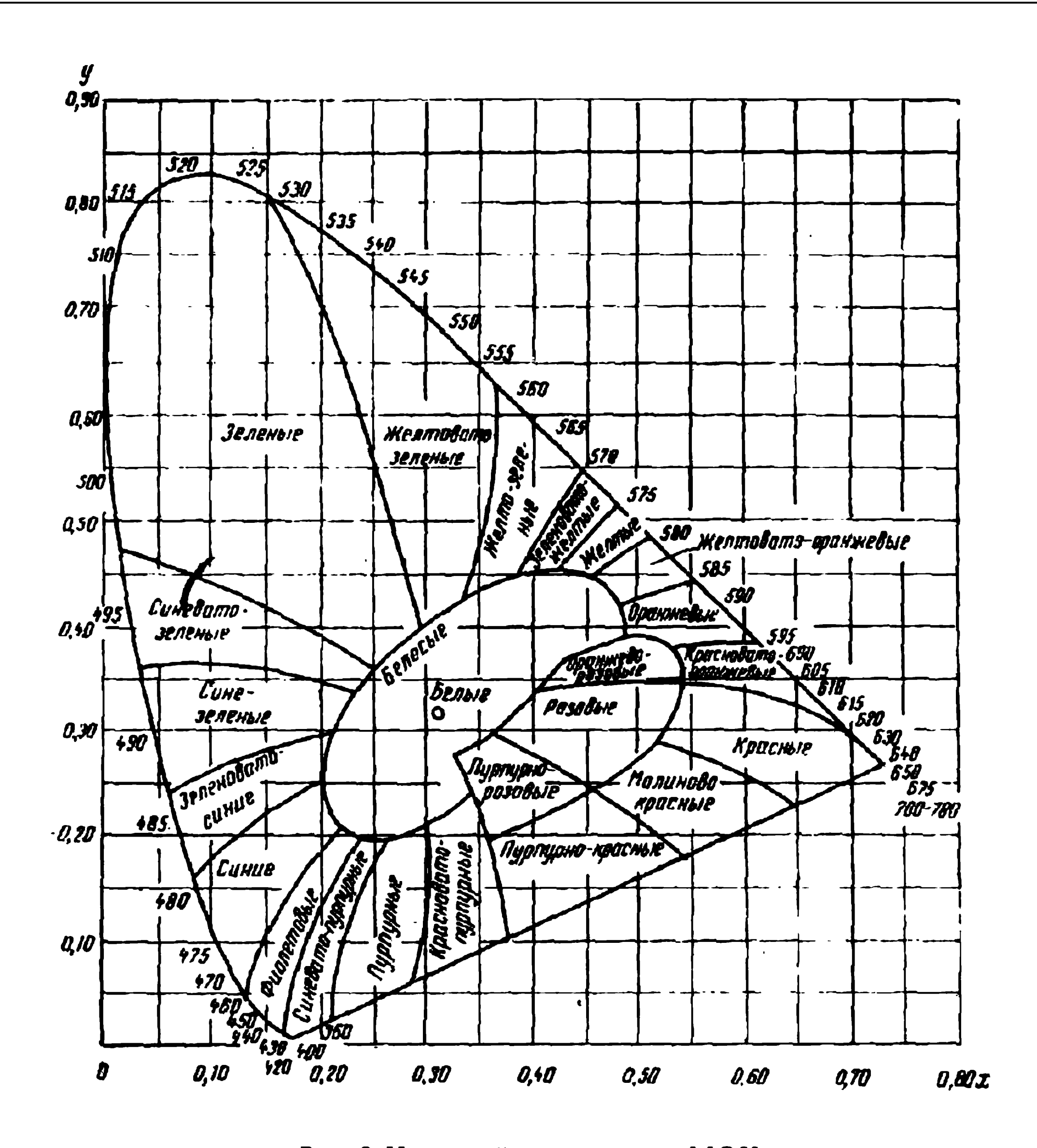


Рис. 8. Цветовой треугольник МОК

Существуют две классические теории цветовых ощущений, называемые *трехкомпонентной теорией* и *теорией противоцветов.*

Первые идеи о трехкомпонентности цветового зрения были высказаны М.В. Ломоносовым в его «Слове о происхождении света, новую теорию о цветах представляющем, июля 1 дня 1756 года говоренном». Эта теория была детально разработана в XIX в. английским физиком Т. Юнгом и Г. Гельмгольцем.

Теория основана на предположении, что число различных рецепторов цвета в сетчатке должно быть невелико. Действительно, если предположить, что для каждого из воспринимаемых нами оттенков существует специальный рецептор, то в условиях монохроматического освещения работало бы меньше одного процента рецепторов и зрение должно было бы резко ухудшаться. Простые наблюдения показывают, что этого не происходит.

Так как все цвета могут быть получены с помощью смешения трех основных, то было сделано предположение, что в сетчатке существуют три типа рецепторов, чувствительных к синему (фиолетовому), зеленому и красному цветам.

Альтернативную теорию выдвинул Э. Геринг (1878)[1]. В основу теории противоцветов легли данные о подробно изученных им явлениях контраста, а также некоторые психологические наблюдения. Так, большинство людей выделяют в качестве основного «главного» цвета, помимо красного, зеленого и синего цветов, также и желтый. Э. Геринг считал, что в сетчатке находятся три цветочувствительных субстанции. Их разложение приводит к восприятию белого, зеленого и желтого цветов, а восстановление соответственно к восприятию черного, красного и синего цветов. Обе теории долгое время противопоставляли друг другу. Одной из областей, в которой их сторонники искали подтверждения своих взглядов, было исследование различных аномалий цветового зрения.

Нарушения цветового зрения встречаются приблизительно у 8% мужчин и 0,5% женщин. Эти нарушения, по крайней мере отчасти, являются наследуемыми. Было бы неправильно называть этих людей цветослепыми, так как лишь один исключительно редкий вид расстройства цветового зрения связан с полной неспособностью различать цветовые тональности. Люди с такими недостатками называются монохроматами. В этом случае все длины волн и все смеси различаются исключительно по своей светлоте.

Значительная часть нарушений цветового зрения связана с затруднениями в дифференциации красного и зеленого цветов. Особые трудности эти люди испытывают при различении таких цветов, как голубой и розовый. Трехкомпонентная теория, исходящая из существования трех первичных видов рецепторов, объясняет эту аномалию выпадением рецепторов, чувствительных к красному или зеленому цветам. И действительно, было обнаружено, что существуют две разновидности красно-зеленой слепоты. В опытах на получение желтого цвета одним из этих цвето-аномалов требовалось гораздо больше красного, а другим — зеленого цвета, чем людям с нормальным зрением. Первая разновидность — нечувствительность к красному — была названа протанопией, а вторая — нечувствительность к зеленому — дейтеропией.

В пользу трехкомпонентной теории говорит, в свою очередь, существование слепоты на синий цвет, который путается в этом случае с зеленым. Это нарушение встречается почти столь же редко, как и полная цветослепота.

В то же время более детальные исследования показали, что красно-оранжево-желто-зеленая часть спектра преобразуется в восприятии цветоаномала не в оттенки зеленого (протанопия) или оттенки красного (дейтеропия), а в оттенки желтого цвета. Можно предположить, таким образом, что красно-зеленая слепота представляет собой дихроматическое желто-синее зрение. Этот факт в большей степени соответствует теории противоцветов Э. Геринга.

---

[1] Некоторые замечания, предвосхищающие теорию Э. Геринга, можно найти у Леонардо да Винчи и И.В. Гёте.

Аргументом в пользу теории противоцветов служат полученные на нормальных людях данные о порядке исчезновения цветового тона при перемещении стимулов в периферическое зрение. В этом случае первыми одновременно исчезают красные и зеленые цвета, от которых остается только желтый оттенок. Желтый и синий цветовые тона воспринимаются в более широкой области зрительного поля. Эти эффекты следует учитывать при использовании цветовой индикации.

Многочисленные доказательства, как в пользу трехкомпонентной теории, так и в пользу теории противоцветов позволили Л.А. Орбели предположить, что справедливы обе теории. Однако каждая из них описывает закономерности переработки информации о цвете на различных уровнях зрительной системы. В последние годы детальное обоснование этой точки зрения было проведено американскими исследователями Л.М. Гурвичем и Д. Джемсон. На рис. 9 показана разработанная ими схема отношений между тремя светочувствительными субстанциями и четырьмя реципрокными процессами, лежащими в основе цветового зрения. Недавно были получены прямые нейрофизиологические доказательства справедливости этой модифицированной теории.

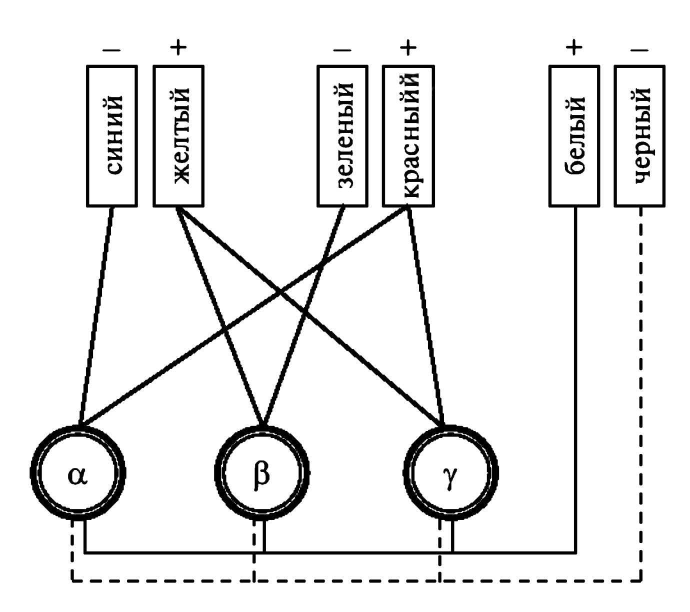


Рис. 9. Упрощенная схема взаимоотношений между светочувствительными веществами и тремя парами противоположных процессов: сине-желтым, красно-зеленым и бело-черным (по: Гурвичу Л.М., Джемсон Д., 1966)

Прежде всего, удалось показать, что в сетчатке действительно имеются три светочувствительных вещества. Один из самых тонких опытов в этой области был проведен английскими исследователями П.К. Брауном и Дж. Уолдом.

В их экспериментах миниатюрный пучок монохроматического света проецировался через зрачок на одиночные колбочки сетчатки испытуемого и с помощью микроспектрофотометра измерялось количество отраженного и вернувше-

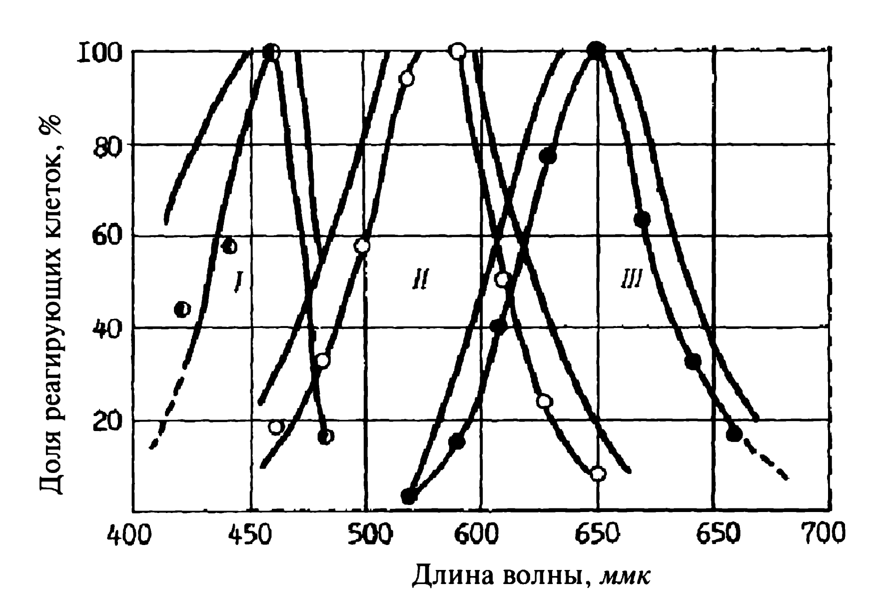


Рис. 10. Регистрация импульсов одиночных ганглиозных клеток сетчатки (по: Граниту Р., 1955)

После избирательной адаптации к соответствующим дополнительным цветам выявлено наличие рецепторов для синего (I), зеленого (II) и красного (III) цветов

гося через зрачок света. Было установлено, что существуют три типа колбочек, имеющих максимумы поглощения при 450, 525 и 535 *нм*.

Электрофизиологические опыты с микроэлектродной регистрацией активности ганглиозных клеток сетчатки также говорят о существовании трех типов цветовых рецепторов. Шведский физиолог Р. Гранит показал, что возрастание активности нейронов возникает в ответ на освещение сетчатки синим, зеленым или красным светом (рис. 10).

Если исследования механизмов цветового зрения на уровне сетчатки подтверждают трехкомпонентную теорию, то исследования на более высоком уровне латерального коленчатого тела говорят в пользу теории противоцветов. Целый ряд работ, среди которых можно отметить исследования американского физиолога Р.Л. де Валуа и Е.Н. Соколова, показали, что на этом уровне наблюдаются реакции оппонентного типа. Например, были найдены нейроны, увеличивающие активность в ответ на освещение сетчатки красным светом и уменьшающие ее в ответ на зеленый свет. Наряду с такими «красно-зелеными» элементами были найдены также «желто-синие» и «бело-черные» нейроны.

Таким образом, классические теории цветового зрения не исключают, а дополняют друг друга.

Г. Глейтман,
А. Фридлунд,
Д. Райсберг

Исследование ощущений*

Кинестетика и вестибуляторная система

Эти органы чувств информируют организм о его собственных движениях и местоположении в пространстве. Перемещения костей скелета (т.е. движения рук, ног, шеи и т.д.) отслеживаются с помощью *кинестетики* (собирательное название всей информации, поступающей от рецепторов, расположенных в мышцах, связках и суставах). Другая группа рецепторов сигнализирует обо всех движениях головы — произвольных или возникающих в результате воздействия внешних сил. Эти рецепторы локализованы в трех *полукружных каналах*, расположенных в преддверии *внутреннего уха* (рис. 1). Внутри этих каналов находится вязкая жидкость, которая приходит в движение при изменении положения головы. От этого перемещения деформируются волосковые клетки, которые расположены на концах каждого канала. Изменяя свою форму, эти волосковые клетки возбуждают нервный импульс. Совокупность импульсов от каждого из каналов дает информацию о причинах и амплитуде движения головы.

Одной из жизненно важных функций системы полукружных каналов является обеспечение устойчивой «платформы» для зрения. В процессе ходьбы мы все время совершаем движения головой. Для того чтобы компенсировать эти бесконечные движения, нашим глазам приходится совершать равнозначные перемещения. Такое приспособление происходит благодаря наличию *вестибулярной системы*, тесно связанной с мозжечком в заднем отделе головного мозга, который нивелирует каждый поворот головы равным и противонаправленным движением глаз. Эти перемещения запускаются благодаря сообщениям, прихо-

---

* *Глейтман Г., Фридлунд А., Райсберг Д.* Основы психологии. СПб.: Речь, 2001. С. 211—212, 216—226.

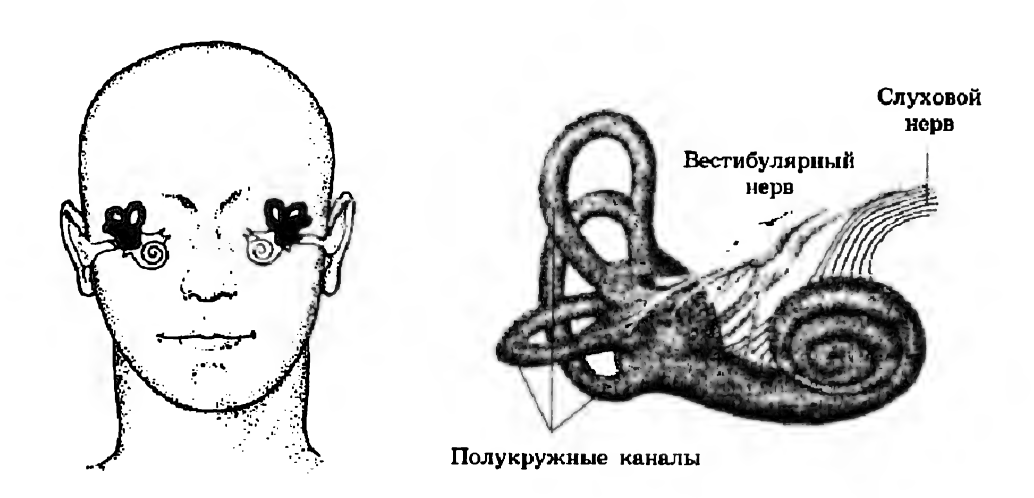


Рис. 1. Вестибулярная система: А — местоположение внутреннего уха[1]; Б — изображение вестибулярного аппарата[2]

дящим из трех полукружных каналов, которые затем передаются соответствующим мышцам каждого глаза. Таким образом, зрительная система является совершенно стабильной. <...>

Кожные чувства

Стимуляция кожных рецепторов информирует организм о том, что находится непосредственно вблизи тела. Неудивительно, что чувствительность кожи особенно сильна в тех частях тела, с помощью которых люди изучают окружающий мир «без посредников»: это ладони и пальцы, губы и язык. Получаемые с помощью этих «разведчиков» ощущения сказываются на организации проекционной зоны коры головного мозга, отвечающей за телесный опыт. Как мы уже знаем, существующее распределение кортикального пространства крайне неравномерно, причем львиную долю поверхности коры занимают участки, отвечающие за такие чувствительные части нашего организма, как лицо, рот и пальцы <...>.

Сколько существует кожных чувств? Аристотель полагал, что все ощущения, связанные с кожей, можно свести к одному — прикосновению. Но в наши дни исследователи выделяют, по меньшей мере, четыре различных кожных чувства: давление, тепло, холод и боль. Некоторые удлиняют этот список и включают в него другие ощущения. Среди них — ощущения вибрации, щекотки

---

[1] См.: *Krech D., Crutchfild R.* Elements of psychology. N.Y.: Knopf, 1958.

[2] См.: *Kalat J.W.* Biological psychology. Belmont: Wadsworth, 1984.

и почесывания. Каким же образом такие разные виды сенсорной информации кодируются в нашей нервной системе?

Ответ на этот вопрос впервые дал психолог Дж. Мюллер (1801—1858). Он провозгласил *доктрину специфических нервных энергий* — заявил о том, что различия в качествах ощущений вызваны различиями нервных структур, возбуждаемых разными стимулами. Например, какая-то одна нервная структура может дать сигнал «тепло», а другая — «холодно», и т.д.

Верно ли это? Без сомнений можно ответить: «Да». Есть все основания полагать, что разнообразные ощущения давления, к примеру, вызваны специфическими рецепторами, находящимися в коже <...>. Некоторые из этих рецепторов расположены вокруг волосяных фолликул в коже; они реагируют на движения волоса. Другие существуют в виде капсул, которые легко сжимаются при малейшей деформации кожи. Капсулы одного вида реагируют на постоянную вибрацию, капсулы другого вида — на внезапные раздражения кожи, третий вид капсул отзывается на равномерное надавливание. Очевидно, что существует не один вид тактильных рецепторов, а несколько.

Гораздо меньше нам известно о рецепторной системе, воспринимающей тепло, холод и боль. Возможно, за некоторые из этих ощущений отвечают свободные нервные окончания, не имеющие специфического органа-эффектора и находящиеся в коже. Раньше принято было считать, что эти свободные нервные окончания передают информацию о тепле, холоде и боли, но, возможно, некоторые из них являются дополнительными рецепторами давления[3].

Чувство вкуса

Чувство вкуса играет роль стража пищеварительной системы организма, поставляя информацию о тех веществах, которые стоит или не стоит пускать внутрь. Его задача — отвадить яды и пригласить пищу. У большинства обитающих на суше млекопитающих эту функцию выполняют специальные рецепторные органы, заполненные *вкусовыми сосочками*, которые очень чувствительны к растворенным в воде химическим веществам. В среднем у человека около 10000 таких вкусовых сосочков. Большая часть их находится на кончике языка, но некоторые расположены и на других участках полости рта. Нервные волокна от этих рецепторов передают сообщение к головному мозгу: сначала — в продолговатый мозг, а далее — в таламус и кору.

---

[3] См.: *Sherrick C.E., Cholewiak R.W.* Cutaneous sensitivity // Handbook of perception and human performance / K.R. Boff, L. Kaufman J.P. Thomas (Eds.). N.Y.: Wiley, 1986. Ch. 12.

Вкусовые ощущения

Многие исследователи полагают, что существует четыре основных вкуса: кислый, сладкий, соленый и горький. На их взгляд, все остальные вкусовые ощущения образовались от смешения этих первичных вкусов. Так, грейпфрут на вкус кисло-горький, а лимонад — кисло-сладкий.

По-видимому, каждый из этих основных вкусов играет свою неповторимую биологическую роль. Большинство организмов привлекает сладкий вкус. Вероятно, это происходит вследствие того, что многие питательные вещества содержат в себе в той или иной форме сахар. А поскольку большинство ядовитых веществ имеет горький вкус, на ранних стадиях развития человечество выработало защитные рефлексы против их поглощения — отрыжку, рвоту, — которые координируются задними отделами головного мозга[4].

Какие же стимулы вызывают эти четыре основных вкуса? До сих пор у нас нет исчерпывающего ответа на этот вопрос. Нам точно известно, что вкус кислого возникает благодаря работе рецепторов, чувствительных к кислоте, а соленый вкус — это результат чувствительности некоторых рецепторов к наличию натрия. Со сладким и горьким вкусами дело обстоит сложнее. И тот и другой, как правило, вызываются сложными органическими молекулами, но до сих пор не существует четко сформулированных правил, описывающих взаимосвязь между молекулярной структурой и получаемым вкусом. Сладкий вкус вызывают производные различных сахаров, но также и искусственного подсластителя — сахарина, который по своему химическому составу сильно отличается от сахаров. Горький вкус вызывается разнообразными химическими веществами, что порождает гипотезу о существовании нескольких видов рецепторов горького вкуса.

Вкус и сенсорное взаимодействие

Вкусовые ощущения могут послужить иллюстрацией к закономерности, которой подчинены все модальности. Эту закономерность мы назовем ***сенсорным взаимодействием***. Она описывает тот факт, что реакция сенсорной системы на любой стимул обычно зависит не только лишь от одного этого стимула. На реакцию влияют и другие стимулы, воздействующие на систему в данный момент или взаимодействовавшие с ней некоторое время назад.

Один из вариантов сенсорного взаимодействия можно наблюдать довольно часто. Предположим, что вкусовой стимул предъявляется непрерывно в течение 15 *с* или дольше. В результате произойдет *адаптация* — феномен, обнаруженный во всех сенсорных системах. Например, если язык постоянно стимулировать чем-то соленым, чувствительность ко всему соленому понизится. Аналогично,

---

[4] См.: *Shepherd G.M.* Discrimination of molecular signals by the olfactory receptor neuron // Neuron. 1994. Vol. 13. P. 771—790; *Shepherd G.M.* Neurobiology. N.Y.: Oxford University Press, 1994.

после долгой и непрерывной дегустации раствора хинина он будет казаться все менее и менее горьким. Однако этот адаптационный процесс обратим. Если прополоскать рот и не воспринимать никаких вкусовых раздражителей, скажем, в течение минуты, первоначальная вкусовая чувствительность будет полностью восстановлена.

В другом виде взаимодействия адаптация к одному вкусу может привести к усилению другого, этот эффект иногда рассматривают как форму контраста. К примеру, адаптация к вкусу сахара заставляет кислоту казаться кислее, чем это было раньше[5]. Точно так же, адаптировавшись к соленому раствору, мы почувствуем, что обыкновенная водопроводная вода стала как будто более кислой или горькой; а адаптировавшись к сладкому, скажем, что эта же вода определенно стала более горькой[6].

Обоняние

Мы обсудили сенсорные системы, которые дают информацию о предметах и событиях вблизи нас: о движении и местоположении наших тел, об ощущениях нашей кожи, о том, что мы только что с аппетитом съели. Но ведь мы получаем информацию и о том, что находится далеко от нас. Человек обладает тремя главными сенсорными системами, реагирующими на дальние стимулы: это — обоняние, слух и зрение.

Обоняние как дистантное чувство

Как сенсорная система, реагирующая на дальние стимулы, обоняние жизненно важно для многих видов животных. Обоняние — первейшее средство для поиска пищи, обнаружения хищников и сородичей. Запах играет меньшую роль в человеческом сообществе, в стадах приматов и в птичьих стаях. Предки всех этих созданий покинули кишащую запахами поверхность земли, дабы подняться к деревьям, а в этой древесной среде более значимыми стали другие чувства, особенно зрение. Мы можем проверить это контрастное для многих видов положение дел, используя психофизические методы. Окажется, например, что чувствительность собак к запахам приблизительно в тысячу раз превосходит чувствительность людей[7].

---

[5] См.: *Kuznicki J.T, McCutcheon N.B.* Cross enhancement of the sour taste of single human taste papillae // Journal of Experimental Psychology. 1979. Vol. 198. P. 68—89.

[6] См.: *McBurney D.H., Shick T.R.* Taste and water taste of twenty-six compounds for man // Perception and Psychophysics. 1971. Vol. 10. P. 249—252.

[7] См.: *Marshall D.A., Moulton D.G.* Olfactory sensitivity to a-ionine in humans and dogs // Chemical Senses. 1981. Vol. 6. P. 53—61; *Cain W.S.* Olfaction // Stevens' handbook of experimental

По сравнению с большинством обитателей поверхности земли, человеческие создания весьма убоги в области обоняния. Но это вовсе не означает, что в человеческой жизни нет места запахам. Они предупреждают нас о надвигающейся опасности (когда, например, мы чувствуем запах газа), они добавляют много приятных моментов тогда, когда мы едим что-нибудь вкусное; запахи — основа всей парфюмерно-дезодорантной индустрии. Согласно некоторым опубликованным данным, они даже помогают продавать чемоданы и подержанные автомобили: пластмассовые портфели, пропитанные искусственным запахом кожи и далеко не новые машины, «спарфюмированные» под только что сошедшие с конвейера, имеют большую рыночную стоимость[8]. Кроме того, запах играет роль и при узнавании людей. В одном из исследований ученый-психолог попросил нескольких мужчин и женщин в течение одних суток носить футболки, не принимая душ и не пользуясь парфюмерией и дезодорантами. По истечении 24 часов каждая (нестиранная) футболка была упакована в отдельный пакет. Затем всех участников исследования попросили понюхать то, что находилось в трех пакетах, не заглядывая внутрь. В одном из них была его (или ее) футболка, во втором — футболка другого мужчины, в третьем — та, которую носила какая-то другая женщина. Около 75% испытуемых смогли найти свою футболку, опираясь лишь на запах, и, кроме того, им удалось правильно определить, мужчина или женщина носили каждую из двух других футболок[9].

Обоняние как контактное чувство

Обоняние — такое чувство, которое дает нам очень важную информацию не только о предметах, находящихся на большом расстоянии, но и близко от нас. Возьмем, к примеру, то, что находится у нас во рту[10]. Мы можем почувствовать запах котлет, лежащих на нашей тарелке, но также мы можем распробовать их вкус, положив котлету в рот. Этот вкус — как, впрочем, и все вкусы вообще — зависит, в основном, от нашего обоняния. Потому что то, что мы привыкли называть «вкусом» еды, редко является результатом работы лишь вкусовых рецепторов; почти всегда это комбинация вкуса, текстуры, температуры и — что важнее всего — запаха. Когда у нас сильный насморк, нам кажется, что еда совершенно лишена вкуса. И хотя в такие моменты мы все еще различаем четыре основных вкуса — аромат потерян и еда кажется безвкусной. Если исчез запах, мы уже не

---

psychology / R.C. Atkinson, R.J. Herrnstein, G. Lindzey, R.D. Luce (Eds.). N.Y.: Wiley, 1988. Vol. 1. Perception and motivation, rev. ed. P. 409—459.

[8] См.: *Winter R.* The smell book: Scents, sex, and society. Philadelphia: Lippincott, 1976.

[9] См.: *Russell M.J.* Human olfactory communication // Nature. 1976. Vol. 260. P. 520—22; *McBurney D.H., Levine J.M., Cavanaugh P.H.* Psychophysical and social ratings of human body odor // Personality and Social Psychology Bulletin. 1977. Vol. 3. P. 135—138.

[10] См.: *Rozin P.* Human food selection: The interaction of biology, culture, and individual experience // The psychology of human food selection / L.M. Barker (Ed.). Westport: AVI Publ. Co., 1982.

сможем отличить уксус от тонкого красного вина или яблоко от луковицы. Для гурмана, шеф-повара или дегустатора вин чувствительный нос иногда гораздо более важен, чем чувствительный язык.

Слух

Слух представляет собой реакцию на такую физическую величину, как давление, и с этой точки зрения является близким родственником кожных чувств. Однако, в отличие от тактильных ощущений, слуховые ощущения информируют нас о том, что давление изменяется благодаря событиям, происходящим на расстоянии многих метров от нас.

Звук

Что представляют собой слуховые стимулы? В окружающем нас мире все время происходят какие-то физические движения — зверь прошмыгнул в зарослях кустарника или колеблются голосовые связки у вашего соседа. Такое движение активизирует частицы воздуха, находящиеся вокруг двигающегося объекта, а они, в свою очередь, «толкают» другие частицы, которые сообщают этот импульс дальше. Само перемещение частиц очень незначительно (около одной миллионной доли сантиметра) и непродолжительно (частица возвращается в свое исходное положение спустя несколько тысячных секунды), но этого действия достаточно для того, чтобы создать кратковременный импульс, расходящийся во все стороны от движущегося объекта наподобие кругов на воде, в которую бросили камень.

Даже если движение длится очень недолго, оно порождает серию колебаний в воздухе. Когда звуковые волны достигают уха, они инициируют дальнейшие микроизменения и, в конце концов, срабатывают слуховые рецепторы. Затем рецепторы запускают различные нейрональные реакции, которые, в свою очередь, достигают головного мозга и заставляют нас переживать слуховые ощущения.

Звуковые волны характеризуются *амплитудой* и *частотой*. Амплитуда описывает давление, сообщаемое каждой частицей воздуха своей соседке. Это давление колеблется от минимального до максимального по мере движения звука. Обычно та амплитуда, которую мы стараемся измерить, соответствует максимальному уровню давления, возникающему на гребне звуковой волны. Частота волны описывает частоту возникновения ее гребней. Сколько времени проходит между одним из гребней волны и следующим за ним? Этот интервал называют *длиной звуковой волны*. Хотя более обобщенно звуковые волны описываются *частотой*, которая определяется количеством ее гребней (пиков) в

секунду. Поскольку скорость звука в какой-либо среде постоянна, частота обратно пропорциональна длине волны (рис. 2).

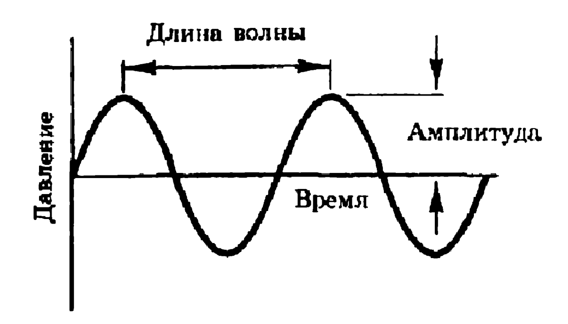


Рис. 2. Стимул для слуха

Колеблющийся предмет определенным образом толкает окружающие его молекулы; затем эта пульсация распространяется, как круги по воде, в которую бросили камень. Чтобы описать это пример, понадобится измерить давление воздуха в единичной точке пространства. Давление звука колеблется, как показано на этом рисунке. Максимальное давление определяется амплитудой звуковой волны; интервал между пиками давления определяет длину волны

И амплитуда, и частота суть физические характеристики самой звуковой волны, но они достаточно легко сопоставляются с такими психологическими величинами, как *громкость* и *высота звука*. Проще говоря, звук нам будет казаться громче по мере увеличения его амплитуды и выше — по мере возрастания частоты.

Таблица 1

Громкость различных звуков

Звук	Громкость звука, *дБ*
Запускаемый космический корабль (расстояние 50 *м*)	180
Самая громкая рок-группа	160
Болевой порог (приблизительный)	140
Близкий гром; средняя рок-группа	120
Крик	100
Шумный автомобиль	80
Нормальный разговор	60
Шепот	20
Шорох листьев	10
Слуховой порог	0

Амплитуда и громкость звука. Диапазон звуковой амплитуды, воспринимаемой человеком, настолько огромен, что ученые решили измерять эту величину

с помощью логарифмической шкалы; поэтому громкость звука измеряется в *децибелах* (табл. 1). В психологическом смысле воспринимаемая громкость возрастает в два раза, если громкость звука увеличивается на 10 *дБ*[11].

Частота и высота звука. Частота звука обычно измеряется количеством полных волновых циклов в секунду, или герцами (по имени германского физика Генриха Герца). Частоты, соответствующие различным музыкальным звукам, показаны в табл. 2. Молодые взрослые люди могут слышать звуки частотой от 20 до 20000 *Гц*, причем максимальная чувствительность наблюдается для звуков из средней части этого диапазона. По мере старения человека его звуковая чувствительность ухудшается, особенно это относится к высоким частотам.

Таблица 2

Частоты некоторых музыкальных звуков

Звук	Частота звука, *Гц*
Самая высокая нота рояля	4214
Самая высокая нота флейты-пикколо	3951
Самый высокий звук сопрано	1152
Самый высокий звук альта	640
Среднее «до»	256
Самый низкий звук баритона	96
Самый низкий звук баса	80
Самая низкая нота контрабаса	29
Самый низкий звук рояля	27
Самый низкий звук органа	16

Возникновение ближних стимулов

У млекопитающих слуховые рецепторы расположены глубоко внутри уха в органе, по форме своей напоминающем улитку (он так и называется — *улитка*). Чтобы достичь улитки, звуку приходится пробираться нелегким путем. *Наружное ухо* собирает звуковые волны из воздушной среды и направляет их к *барабанной перепонке* — упругой мембране, находящейся в конце *слухового прохода*. Звуковые волны заставляют барабанную перепонку колебаться, а эти колебания, в свою очередь, передаются на пластинку овального отверстия, разделяющую *среднее ухо* и *внутреннее ухо*. Операция передачи осуществляется тремя крошечными косточками, имеющими общее название «*слуховые косточки*». Колебания барабанной перепонки воздействуют на первую косточку, которая, начав двигаться, передает это движение второй косточке, а она — третьей, которая и завершает эту

[11] См.: *Stevens S.S.* The measurement of loudness // Journal of the Acoustical Society of America. 1955. Vol. 27. P. 15—19.

цепочку, сообщая «рисунок» колебания прикрепленной к ней пластинке овального отверстия. Колебание пластинки овального отверстия порождает колебания жидкости, находящейся внутри улитки, вызывая реакцию рецепторов. <...>

Зачем существует такой окольный путь передачи звука? Звуковые волны приходят к нам по воздуху, и ближний стимул, характерный для слуха, представляет собой кратковременный перепад воздушного давления. Но внутреннее ухо заполнено улиточной жидкостью (перилимфой). Поэтому, чтобы мы что-нибудь услышали, изменения воздушного давления должны вызвать изменения давления жидкости. Известно, что жидкость привести в движение гораздо труднее, чем воздух. Чтобы решить данную проблему, передающие давление волны должны быть каким-то образом усилены на пути к рецепторам; работу, связанную с их усилением, и выполняют различные части слухового органа. Например, слуховые косточки выполняют функцию рычагов, используя рычажную силу для увеличения звукового давления. А барабанная перепонка примерно в двадцать раз больше по площади, чем пластинка овального отверстия, на которую воздействуют слуховые косточки. В результате довольно незначительная сила звуковых волн, воздействующих на барабанную перепонку, превращается в гораздо более внушительную силу, оказывая давление на меньшую по площади пластинку овального отверстия.

Преобразования в улитке

Почти по всей своей длине улитка разделена на верхнюю и нижнюю части при помощи нескольких структур, включая *основную мембрану*. Сами слуховые рецепторы называются *волосковыми клетками*. Эти клетки — в каждом ухе их примерно по 15 тысяч — расположены между основной мембраной и другими мембранами, находящимися выше <...>.

Перемещение пластинки овального отверстия вызывает изменение давления в улиточной жидкости, что, в свою очередь, заставляет колебаться основную мембрану. Колеблющаяся основная мембрана деформирует волосяные клетки, и, таким образом, самый непосредственный стимул воздействует на рецепторы. Каким образом движения волосяных клеток вызывают слуховое ощущение? Основной момент в данном вопросе — это восприятие высоты звука, а сенсорные качества высоты зависят от частоты звуковой волны.

Участки основной мембраны и высота звука. Согласно *локализационной теории* высоты, впервые предложенной Германом Гельмгольцем (1821—1894), различные участки основной мембраны реагируют на звуки разной частоты. А нервная система, в свою очередь, способна определить высоту звука по тому, в какой части основной мембраны колебание было более сильным. Стимуляция волосковых клеток одного конца основной мембраны приводит к ощущению высокого звука, а стимуляция волосковых клеток, находящихся на другом ее конце, вызывает ощущение низкого звука.

Постулат Гельмгольца был проверен в серии классических экспериментов Георга фон Бекеши (1899—1972), чьи работы, посвященные изучению слуха, принесли автору Нобелевскую премию в 1961 г. Работая с препаратами улиток людей и животных, Бекеши отделил часть стенки улитки таким образом, что смог наблюдать под микроскопом функционирование основной мембраны в моменты колебания пластинки овального отверстия, которое он раздражал с помощью электрического тока. Он обнаружил, что такая стимуляция приводит к волнообразной вибрации основной мембраны (рис. 3). Когда он стал варьировать частоту колебаний стимула, пики деформации начали возникать в разных областях мембраны, как и предполагал Гельмгольц. При высоких частотах пики обнаруживались ближе к овальному отверстию, а по мере снижения частоты этот пик смещался все ближе и ближе к верхушке улитки[12]. Получается, что высокие и низкие частоты воздействуют на разные волосковые клетки, в результате чего стимулируются различные слуховые нервные волокна и, значит, — различные участки головного мозга.

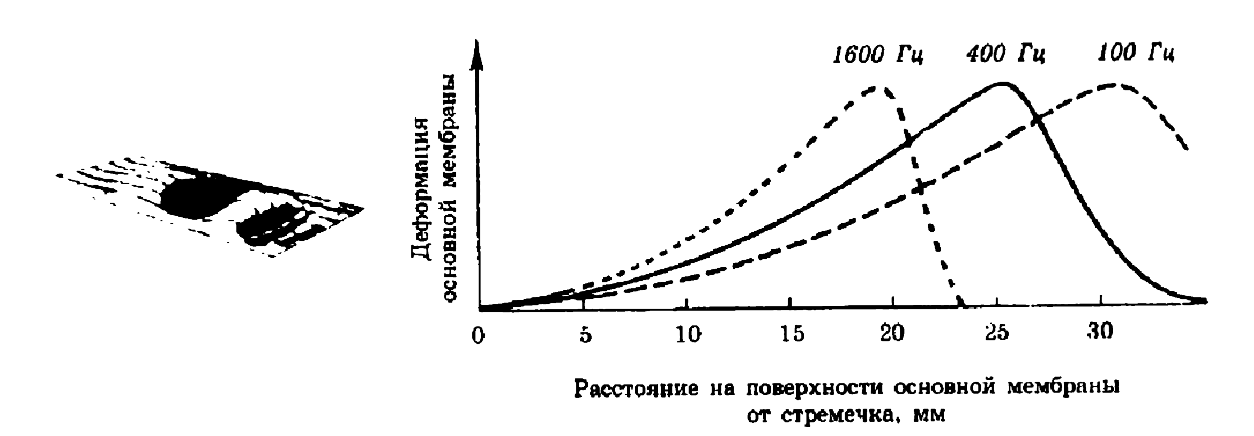


Рис. 3. Деформация основной мембраны под действием звука:

А — мембрана схематически изображена как простой прямоугольный лист бумаги. На самом деле, конечно же, она гораздо тоньше и свернута в спираль; *Б* — взаимосвязь между частотой звука и расположением пиков деформации основной мембраны. Пик деформации может располагаться на различных расстояниях от стремечка (третьей косточки, которая приводит в движение мембрану, ударяя по пластинке овального отверстия). Как показывает рисунок, чем выше частота звука, тем ближе к стремечку будет находиться этот пик[13]

Частота звука и частота возбуждения нервных волокон. По мере того как снижается частота стимула, деформируемый участок основной мембраны становится все шире и шире. При частоте ниже 50 *Гц* волна, вызванная стимулом,

[12] См.: *Bekeshi G. von.* The ear // Scientific American. 1957. Vol. 197. P. 66—78.

[13] См.: *Lindsey P.H., Norman D.A.* Human information processing. N.Y.: Academic Press, 1977; *Coren S., Ward L.M.* Sensation and perception. San Diego: Harcourt Brace Jovanovich, 1989.

деформирует почти равномерно всю поверхность мембраны[14]. Однако мы способны различать и звуки частотой 20 *Гц*, так что локализационная теория не описывает картину полностью. По-видимому, нервная система обладает еще каким-то арсеналом средств, помимо поверхности основной мембраны, для различения высоты звука.

Высоту звука можно определять с помощью *теории частоты*, которая основана на разнообразии частот передачи нервных импульсов по слуховому нерву. Для частот ниже 50 *Гц* частота звукового стимула может быть преобразована непосредственно в соответствующее количество нервных импульсов в секунду. Затем эта информация поступает в вышележащие нервные центры, которые интерпретируют ее как определенную высоту звука.

Современные исследования показывают, что в восприятии высоты звука участвуют оба этих механизма. По-видимому, высокие частоты кодируются в зависимости от местоположения вызванного ими пика на поверхности основной мембраны, а низкие — в зависимости от частоты нервных импульсов. Местоположение пика играет незначительную роль в восприятии частот ниже 500 *Гц*, а частота импульса почти не влияет на восприятие звуков, частота которых превышает 5000 *Гц*. В среднем диапазоне, между 1000 и 5000 *Гц*, действенны оба механизма, и здесь высоты различаются очень точно[15].

Эволюция и сенсорная организация

Организмы различаются по тому, на какие стимулы они реагируют; ведь сенсорная организация любого вида — это вид адаптации к среде обитания. Поэтому вовсе не удивительно, что необыкновенно острым зрением обладают орлы, нападающие на добычу из-за облаков, а у крота, живущего во мраке своей норы, оно сохранилось лишь в качестве рудимента. Многие животные имеют такие органы чувств, которые отсутствуют у нас. Акулы чувствительны к электрическим разрядам, исходящим от чешуи рыб, прячущихся в расщелинах, а голуби используют магнитное поле Земли, чтобы найти дорогу домой в неясную ночную погоду, когда невозможно ориентироваться по звездам[16].

Еще один пример естественного отбора и формирования сенсорной системы вида можно позаимствовать у исследователей насекомых. Энтомологи долгое

---

[14] См.: *Khanna S.M., Leonard D.G.B.* Basilar membrane tuning in the cat cochlea // Science. 1982. Vol. 215. P. 305K306; *Hudspeth A.J.* How the ear's works work // Nature. 1989. Vol. 341. P. 397—404.

[15] См.: *Green D.M.* An introduction to hearing. N.Y.: Academic Press, 1976; *Goldstein E.B.* Sensation and perception. Belmont: Wadsworth, 1989.

[16] См.: *Wiltschko R., Nohr D., Wiltschko W.* Pigeons with a deficient sun compass use the magnetic compass // Science. 1981. Vol. 214. P. 34—45; *Dyer F.C., Gould J.L.* Honey bee orientation: A backup system for cloudy days // Science. 1983. Vol. 214. P. 1041—1042; *Gould J., Gould C.* The insect mind: Physics or metaphysics // Animal mind-human mind / R.R. Griffin (Ed.). Berlin: Springer Verlag, 1988.

время считали, что богомолы не имеют слуха, поскольку у них не были найдены уши. Но электрофизиологические показатели свидетельствуют о том, что некоторые нервные пути насекомых реагируют на ультразвук в диапазоне 25—50 *кГц*, который недоступен человеческому уху. Следовательно, богомол оказался не таким уж и глухим. Но где же находятся его уши? Чтобы выяснить это, ученые покрыли насекомое с ног до головы вазелином, после чего нерв уже не реагировал на ультразвук. Затем они снимали вазелин с разных частей богомола, пока в конце концов не обнаружили нужное углубление у него на груди. Когда вазелин удалили с этого участка, нерв снова стал реагировать на звуковые стимулы.

Ухо было обнаружено, но это только усложнило загадку. Нашли ведь только одно ухо, расположенное на средней линии этого животного. А в царстве животных уши существуют почти всегда лишь парами, и это очень важная предпосылка для обнаружения источника звука. Если звук приходит справа, стимул для правого уха будет более сильным и достигнет его раньше по сравнению с левым ухом. И наоборот. Подобного рода информация позволяет обладателю пары ушей определить, откуда донесся данный звук. С одним ухом у богомола вряд ли это получится. Для чего же тогда приспособлено его единственное ухо?

Ответ: для узнавания летучих мышей. Они испускают высокочастотные звуки, которые отражаются от тел летающих насекомых, позволяя летучим мышам определять местонахождение добычи. По-видимому, ухо богомола служит «детектором летучих мышей». Одно-единственное ухо не может подсказать богомолу, откуда приближается хищник, но в этом нет большой беды, так как для него не очень важно знать, где находится атакующая мышь. В одном из исследований ученый, забравшись на лестницу, аккуратно выпустил из рук богомола. Затем, когда тот парил в вышине, экспериментатор при помощи специального устройства сымитировал ультразвуковую «мелодию», характерную для охотящейся летучей мыши. Высокоскоростной фотоаппарат зафиксировал, что вне зависимости от времени появления «голоса летучей мыши» богомол начинал свой мечущийся танец-полет, напоминающий полет истребителя — сумасшедшее, по спирали, пикирование ради того, чтобы избежать опасности, и вне зависимости от направления появления хищника. Этот прием очень эффективен: дальнейшее исследование показало, что при атаке настоящих летучих мышей все насекомые, вошедшие в спиралевидные пике, остались в живых, а тех, кто не воспользовался этим приемом, летучие мыши съели[17].

---

[17] См.: *Yager D.D., Hoy R.R.* The Cyclopean ear: A new sense for the Praying Mantis // Science. 1986. Vol. 231. P. 727—729; *Yager D.D., May M.L.* Ultrasound-triggered, flight-gated evasive maneuvers in the Praying Mantis Para-sphendale agrionina // Journal of Experimental Biology. 1990. Vol. 152. P. 41—58.

Обзор сенсорных модальностей

Мы вкратце описали все сенсорные модальности за исключением зрения <...>. Но <...> мы должны сказать несколько слов об ощущениях вообще.

При обсуждении различных видов ощущений мы встретили множество вариантов их различий — между собой и даже между разными видами животных. Но мы увидели и большое количество важных особенностей общего характера.

Во-первых, в большинстве сенсорных модальностей человека (и многих видов животных) обработка энергии внешнего стимула начинается на уровне различных структур доступа, которые аккумулируют эти физические энергетические потоки и формируют «лучший» ближний стимул, с которым будут работать рецепторы. Простым примером могут послужить аккумуляция и усиление звука, которые происходят в ухе млекопитающего.

Во-вторых, во всех сенсорных модальностях следующий шаг задействует рецепторы, которые преобразуют физическую энергию стимула в нервный импульс. В некоторых сенсорных системах — особенно это характерно для слуха и зрения — природа этого преобразовательного процесса достаточно легко объяснима. В других системах — таких, как обоняние, — остается еще много неизученного.

В-третьих, обработка входящей стимульной информации продолжается в вышележащих нервных центрах, где стимульная информация кодируется (так сказать, переводится) в разнообразные характеристики ощущений, которые и переживаются нами. Одной из таких характеристик ощущений является интенсивность: для чувства вкуса характерно переживание более или менее горького; для слуха же — более или менее громкого. Характеристиками ощущений являются и качественные различия. Пробуя что-то на вкус, мы можем ощутить разницу между горьким, сладким, кислым и соленым; слушая музыку, мы различаем высоту звуков.

В-четвертых, любая часть сенсорной системы представляет собой непрекращающееся взаимодействие со всем организмом. Мы рассмотрели некоторые примеры сенсорного взаимодействия в системе вкуса: феномен адаптации (непрерывно принимая хинин, мы меньше замечаем его горький вкус) и вкусовой контраст (адаптация к сахару делает для нас кислоту еще более кислой).

В.В. Кандинский

[Язык красок]*

Цвет, который сам является материалом для контрапункта, который сам таит в себе безграничные возможности, приведет, в соединении с рисунком, к великому контрапункту живописи, который ей даст возможность прийти к композиции; и тогда живопись, как поистине чистое искусство, будет служить божественному. И на эту головокружительную высоту ее возведет все тот же непогрешимый руководитель — ***принцип внутренней необходимости!***

Внутренняя необходимость возникает по трем мистическим причинам. Она создается тремя мистическими необходимостями:

1) каждый художник, как творец, должен выразить то, что ему свойственно (индивидуальный элемент);

2) каждый художник, как дитя своей эпохи, должен выразить то, что присуще этой эпохе (элемент стиля во внутреннем значении, состоящий из языка эпохи и языка своей национальности, пока национальность существует, как таковая);

3) каждый художник, как служитель искусства, должен давать то, что свойственно искусству вообще (элемент чисто и вечно художественного, который проходит через всех людей, через все национальности и через все времена; этот элемент можно видеть в художественном произведении каждого художника, каждого народа и каждой эпохи; как главный элемент искусства он не знает ни пространства, ни времени).

Достаточно лишь духовным взором проникнуть в эти первые два элемента и нам откроется третий элемент. Тогда станет ясно, что колонна из индейского храма со своей «грубой» резьбой живет столь же полной жизнью души, как чрезвычайно «современное» живое произведение.

Много говорилось, и еще и теперь говорится об элементе индивидуальности в искусстве; то здесь, то там слышатся, и все чаще будут слышаться слова о грядущем стиле. Хотя эти вопросы и имеют большое значение, они постепенно

---

* *Кандинский В.В.* О духовном в искусстве. М.: Архимед, 1992. С. 58—84.

утрачивают свою остроту и значение при рассмотрении на протяжении столетий, а позже тысячелетий; они, в конце концов, становятся безразличными и умирают.

Вечно живым остается только третий элемент, элемент чисто и вечно художественного. Он не теряет с течением времени своей силы; его сила постепенно возрастает. Египетская пластика сегодня волнует нас несомненно сильнее, чем могла волновать своих современников; она слишком сильно была с ними связана печатью времени и личности, и в силу этого ее воздействие было тогда приглушенным. Теперь мы слышим в ней неприкрытое звучание вечности — искусства. С другой стороны, чем больше «сегодняшнее» произведение искусства имеет от первых двух элементов, тем легче, разумеется, оно найдет доступ к душе современника. И далее, чем больше наличие третьего элемента в современном произведении искусства, тем сильнее он заглушает первые два и этим самым делает трудным доступ к душе современников. Поэтому иной раз должны миновать столетия, прежде чем звучание третьего элемента достигнет души человека.

Таким образом перевес этого третьего элемента в художественном произведении является признаком его величия и величия художника.

Эти три мистические необходимости являются тремя непременными элементами художественного произведения; они тесно связаны между собою, т.е. взаимно проникают друг друга, что во все времена является выражением целостности произведения. Тем не менее, первые два элемента имеют в себе свойства времени и пространства, что для чисто и вечно художественного, которое стоит вне времени и пространства, образует что-то вроде непроницаемой оболочки. Процесс развития искусства состоит, до некоторой степени, в выделении чисто и вечно художественного от элементов личности и стиля времени. Таким образом, эти два элемента являются не только участвующими, но и тормозящими силами.

Стиль личности и времени образует в каждой эпохе многие точные формы, которые, несмотря на, по-видимому, большие различия, настолько сильно органически сродни между собою, что их можно считать одной формой, ее внутреннее звучание является в конечном итоге одним *главным звучанием*.

Эти два элемента имеют субъективный характер. Вся эпоха хочет отразить *себя*, художественно выразить свою жизнь. Также и художник хочет выразить себя и избирает только формы, душевно родственные *ему*. Постепенно, однако, образуется стиль эпохи, т.е. в некотором роде внешняя субъективная форма. По сравнению с этим, чисто и вечно художественное является объективным элементом, который становится понятным с помощью субъективного.

Неизбежное желание самовыражения объективного есть сила, которую мы здесь называем внутренней необходимостью; сегодня она нуждается в *одной* общей форме субъективного, а завтра — в *другой*. Она является постоянным неутомимым рычагом, пружиной, которая непрерывно гонит нас «вперед». Дух

идет дальше, и потому то, что сегодня является внутренними законами гармонии, будет завтра законами внешними, которые при дальнейшем применении будут жить только благодаря этой, ставшей внешней, необходимости. Ясно, что внутренняя духовная сила искусства пользуется сегодняшней формой лишь как ступенью для достижения дальнейших.

Короче говоря, действие внутренней необходимости, а значит и развитие искусства, является прогрессивным выражением вечно объективного во временно-субъективном, а с другой стороны, это есть подавление субъективного объективным.

Сегодня признанная форма является, например, достижением вчерашней внутренней необходимости, оставшейся, некоторым образом, на внешней ступени освобождения, свободы. Эта сегодняшняя свобода закреплена была путем борьбы и многим, как всегда кажется, «последним словом». Канон этой ограниченной свободы гласит: художник может пользоваться для своего выражения всякой формой до тех пор, пока он стоит на почве форм, заимствованных от природы. Однако, как и все предшествующее, это требование носит лишь временный характер. Оно является сегодняшним внешним выражением, т.е. сегодняшней внешней необходимостью. С точки зрения внутренней необходимости не следует устанавливать подобных ограничений; художник может стать всецело на сегодняшнюю внутреннюю основу, с которой снято сегодняшнее внешнее ограничение и благодаря этому сегодняшняя внутренняя основа может быть сформулирована следующим образом: *художник может пользоваться для выражения любой формой.*

Итак, наконец, выяснилось (и это чрезвычайно важно во все времена и особенно — «сегодня»!), что искание личного, искание стиля (и между прочим, и национального элемента) не только — при всем желании — недостижимо, но и не имеет того большого значения, которое сегодня этому приписывают. И мы видим, что общее родство произведений не только не ослабляется на протяжении тысячелетий, а все более и более усиливается; оно заключается не вне, не во внешнем, а в корне всех основ — в мистическом содержании искусства. И мы видим, что приверженность к «школе», погоня за «направлением», требование в произведении «принципов» и определенных, свойственных времени средств выражения, может только завести в тупики, и привести к непониманию, затемнению и онемению. Художник должен быть слепым по отношению к «признанной» или «непризнанной» форме и глухим к указаниям и желаниям времени.

Его отверстый глаз должен быть направлен на внутреннюю жизнь и ухо его всегда должно быть обращено к голосу внутренней необходимости. Тогда он будет прибегать ко всякому дозволенному и с той же легкостью ко всякому недозволенному средству.

Таков единственный путь, приводящий к выражению мистически необходимого.

Все средства святы, если они внутренне необходимы.

Все средства греховны, если они не исходят из источника внутренней необходимости.

Но с другой стороны, если и сегодня на этом пути можно до бесконечности развивать теории, то для дальнейших деталей теория, во всяком случае, преждевременна. В искусстве теория никогда не предшествует практике, а наоборот. Тут все, особенно же в начале пути, может быть достигнуто художественно верное. Если чисто теоретически и возможно достигнуть общей конструкции, то это преимущество, являющееся истинной душой произведения (а значит также и относительной его сущностью), все же никогда не может быть создано теоретическим путем; его нельзя найти, если чувство не вдохнуло его внезапно в творение. Так как искусство влияет на чувство, то оно может и действовать только посредством чувства. Вернейшие пропорции, тончайшие измерения и гири никогда не дадут верного результата путем головного вычисления и дедуктивного взвешивания. Такие пропорции не могут быть вычислены, таких весов не найти[1]. Пропорции и весы находятся не вне художника, а в нем, они есть то, что можно назвать чувством меры, художественным тактом — это качества прирожденные художнику; воодушевлением они могут быть повышены до гениального откровения. В этом духе следует понимать также и возможность в живописи генерал-баса, который пророчески предсказал Гете. В настоящее время можно лишь предчувствовать подобную грамматику живописи и, когда, наконец, для нее настанет время, то построена она будет не столько на основе физических законов (как это уже пытались и даже и теперь пытаются делать: «кубизм»), сколько *на законах внутренней необходимости*, которые можно спокойно назвать законами *души*.

Итак, мы видим, что в основе как каждой малой, так и в основе величайшей проблемы живописи будет лежать *внутреннее*. Путь, на котором мы находимся уже в настоящее время и который является величайшим счастьем нашего времени, есть путь, на котором мы избавимся от внешнего[2].

---

[1] Великий многогранный мастер Леонардо да Винчи изобрел систему или шкалу *ложечек* для того, чтобы ими брать различные краски. Этим способом предполагалось достигнуть механический гармонизации. Один из его учеников долго мучился, применяя это вспомогательное приспособление. Придя в отчаяние от неудач, он обратился к другим ученикам с вопросом: как этими ложечками пользуется сам мастер? На этот вопрос те ответили ему: «Мастер ими никогда не пользуется». (*Мережковский Д.С.* Леонардо да Винчи).

[2] Понятие «внешнее» не следует здесь смешивать с понятием «материя». Первым понятием я пользуюсь только для «внешней необходимости», которая никогда не может вывести за границы общепризнанного и только традиционно «красивого». «Внутренняя необходимость» не знает этих границ и часто создает вещи, которые мы привыкли называть «некрасивыми». Таким образом, «некрасивое» является лишь привычным понятием, которое, являясь внешним результатом раньше действовавшей и уже реализовавшейся внутренней необходимости, еще долго влачит призрачное существование. Некрасивым в эти прошедшие времена считалось все, что тогда не имело связи с внутренней необходимостью. А то, что тогда стояло с ней в связи, получило уже определение «красивого». И это по праву, — *все,* что вызвано внутренней необходимостью, тем самым уже прекрасно, и раньше или позже неизбежно будет признано таковым.

Вместо этой внешней главной основы принята будет противоположная ей, — главная основа внутренней необходимости. Но как тело укрепляется и развивается путем упражнений, так и дух. Как запущенное тело слабеет и, в конце концов, становится немощным, так и дух. Прирожденное художнику чувство является тем евангельским талантом, который нельзя зарывать. Художник, который не использует своих даров, подобен ленивому рабу.

По этой причине для художника не только безвредно, но совершенно необходимо знать исходную точку этих упражнений.

Этой исходной точкой является взвешивание внутреннего значения материала на объективных весах, т.е. исследование — в настоящем случае *цвета*, который в общем и целом должен во всяком случае действовать на каждого человека.

Нам незачем заниматься здесь глубокими и тонкими сложностями цвета, мы ограничимся изложением свойств простых красок.

Сначала следует сконцентрироваться на *изолированной краске*; надо дать *отдельной краске* подействовать на себя. При этом следует учитывать возможно простую схему. Весь вопрос следует свести к наиболее простой форме.

В глаза тотчас бросается наличие двух больших разделов.

1. Теплые и холодные тона красок.

2. Светлые или темные их тона.

Таким образом, тотчас возникают четыре главных звучания каждой краски; или она: I) *теплая* и при этом 1) *светлая* или 2) *темная*, или же она: II) *холодная* и 1) *светлая* или 2) *темная*.

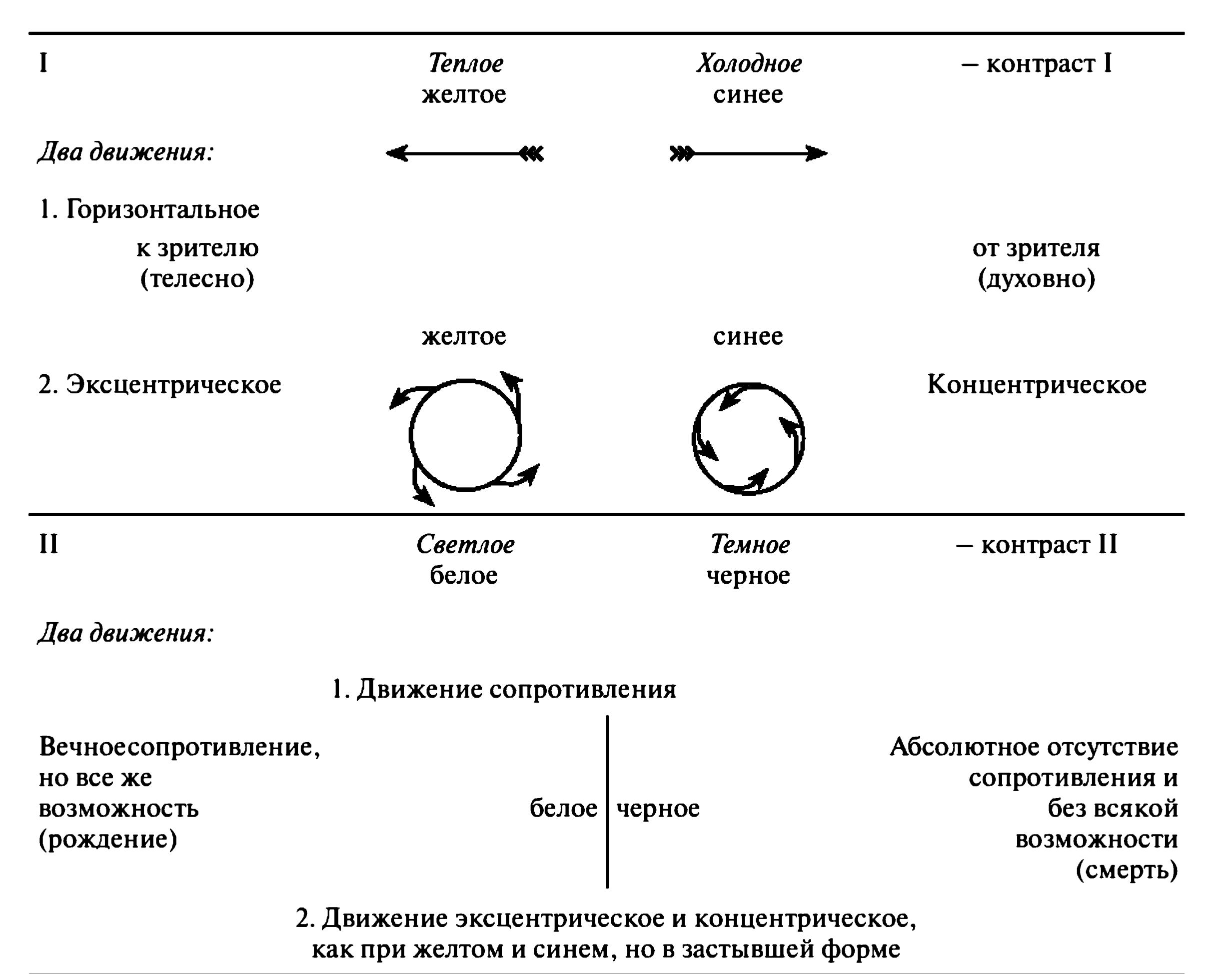
Теплота или *холод* краски есть вообще склонность к *желтому* или к *синему*. Это различие происходит, так сказать, в той же самой плоскости, причем краска сохраняет свое основное звучание, но это основное звучание становится или более материальным или менее материальным. Это есть движение в горизонтальном направлении, причем при теплой краске движение на этой горизонтальной плоскости направлено к зрителю, стремится к нему, а при холодной краске — удаляется от него.

Краски, вызывающие это горизонтальное движение другой краски, сами также характеризуются этим движением, но имеют еще и другое движение, внутреннее действие которого сильно отделяет их друг от друга; благодаря этому они в смысле внутренней ценности составляют *первый большой контраст*. Итак, склонность краски к холодному или теплому имеет неизмеримую *внутреннюю* важность и значение.

Вторым большим контрастом является различие между белым и черным — красками, которые образуют другую пару четырех главных звучаний, — склонность краски к светлому или к темному. Эти последние также движутся или к зрителю, или от него, но не в динамической, а в статически застывшей форме (см. табл. 1).

Таблица 1

Первая пара контрастов: I и II как психическое влияние внутреннего характера



I	*Теплое* желтое	*Холодное* синее	– контраст I
Два движения:			
1. Горизонтальное к зрителю (телесно)			от зрителя (духовно)
	желтое	синее	
2. Эксцентрическое			Концентрическое
II	*Светлое* белое	*Темное* черное	– контраст II
Два движения:			
	1. Движение сопротивления		
Вечноесопротивление, но все же возможность (рождение)	белое	черное	Абсолютное отсутствие сопротивления и без всякой возможности (смерть)
	2. Движение эксцентрическое и концентрическое, как при желтом и синем, но в застывшей форме		

Второго рода движение: желтого и синего, усиливающее первый большой контраст, есть их эксцентрическое или концентрическое движение[3]. Если нарисовать два круга одинаковой величины и закрасить один желтым, а другой синим цветом, то уже при непродолжительном сосредоточивании на этих кругах можно заметить, что желтый круг излучает, приобретает движение от центра и почти видимо приближается к человеку, тогда как синий круг приобретает концентрическое движение (подобно улитке, заползающей в свою раковину) и удаляется от человека. Первый круг как бы пронзает глаза, в то время как во второй круг глаз как бы погружается.

Это действие усиливается, если добавить контраст светлого и темного: действие желтого цвета возрастает при посветлении (проще сказать — при примешивании белой краски); действие синего увеличивается при утемнении кра-

[3] Все эти утверждения являются результатами эмпирически-душевных ощущений и не основаны на позитивной науке.

ски (подмешивании черной). Этот факт приобретает еще большее значение, если отметить, что желтый цвет настолько тяготеет к светлому (белому), что вообще не может быть очень темного желтого цвета. Таким образом, ясно видно глубокое физическое сродство желтого с белым, а также синего с черным, так как синее может получить такую глубину, что будет граничить с черным. Кроме этого физического сходства имеется и моральное, которое по внутренней ценности сильно разделяет эти две пары (желтое и белое, с одной стороны, и синее и черное, с другой стороны) и делает очень родственными между собою два члена каждой пары (о чем будет сказано позже при обсуждении белого и черного цвета).

Если попытаться желтый цвет сделать более холодным, то этот типично теплый цвет приобретает зеленоватый оттенок, и оба движения — горизонтальное и эксцентрическое — сразу же замедляются. Желтый цвет при этом получит несколько болезненный и сверхчувственный характер, как человек, полный устремленности и энергии, которому внешние обстоятельства препятствуют их проявить. Синий цвет, как движение совершенно противоположного порядка, тормозит действие желтого, а при дальнейшем прибавлении синего цвета к желтому оба эти противоположные движения, в конце концов, взаимно уничтожаются и возникает *полная неподвижность* и *покой. Возникает зеленый цвет.*

То же происходит и с белым цветом, если замутить его черным. Он утрачивает свое постоянство и, в конце концов, возникает *серый* цвет, в отношении моральной ценности очень близко стоящий к зеленому.

В зеленом скрыты желтый и синий цвета, подобно парализованным силам, которые могут вновь стать активными. В зеленом имеется возможность жизни, которой совершенно нет в сером. Ее нет потому, что серый цвет состоит из красок, не имеющих чисто активной (движущейся) силы. Они состоят, с одной стороны, из неподвижного сопротивления, а с другой стороны, из неспособной к сопротивлению неподвижности (подобно бесконечно крепкой, идущей в бесконечность стене и бесконечной бездонной дыре).

Так как обе краски, создающие зеленый цвет, активны и обладают собственным движением, то уже чисто теоретически можно по характеру этих движений установить духовное действие красок; к тому же самому результату приходишь, действуя опытным путем и давая краскам воздействовать на себя. И действительно, первое движение желтого цвета — устремление к человеку; оно может быть поднято до степени назойливости (при усилении интенсивности желтого цвета); а также и второе движение, — перепрыгивание через границы, рассеивание силы в окружающее, — подобны свойствам каждой физической силы, которая бессознательно для себя бросается на предмет и бесцельно растекается во все стороны. С другой стороны, желтый цвет, если его рассматривать непосредственно (в какой-нибудь геометрической форме), беспокоит человека, колет, будоражит его и обнаруживает характер заключающегося в цвете насилия, которое, в конце концов, действует нахально и

назойливо на душу[4]. Это свойство желтого цвета, его бульшая склонность к более светлым тонам, может быть доведено до невыносимой для глаза и души силы и высоты. Звучание при этом повышении похоже на все громче становящийся звук высокой трубы или доведенный до верхних нот тон фанфары[5]. *Желтый цвет — типично земной цвет*. Желтый цвет не может быть доведен до большой глубины. При охлаждении синим он получает, как было указано выше, болезненный оттенок. При сравнении с душевным состоянием человека его можно рассматривать, как красочное изображение сумасшествия, не меланхолии или ипохондрии, а припадка бешенства, слепого безумия, буйного помешательства. Больной нападает на людей, разбивает все вокруг, расточает на все стороны свои физические силы, беспорядочно и безудержно расходует их, пока полностью не исчерпывает их. Это похоже и на безумное расточение последних сил лета в яркой осенней листве, от которой взят успокаивающий синий цвет, поднимающийся к небу. Возникают краски бешеной силы, в которых совершенно отсутствует дар углубленности.

Последний мы находим в синем цвете сначала теоретически в его физических движениях: 1) от человека и 2) к собственному центру. То же, когда мы даем синему цвету действовать на душу (в любой геометрической форме). Склонность синего к углублению настолько велика, что она делается интенсивной именно в более темных тонах и внутренне проявляется характернее. Чем темнее синий цвет, тем более он зовет человека в бесконечное, пробуждает в нем тоску по непорочному и, в конце концов, — сверхчувственному. Это цвет неба, как мы представляем его себе при звучании слова «небо».

Синий — типично небесный цвет[6]. При сильном его углублении развивается элемент покоя[7]. Погружаясь в черное, он приобретает призвук нечеловече-

---

[4] Так, например, действует на человека желтый баварский почтовый ящик, пока он еще не утратил своей первоначальной окраски. Интересно, что лимон желтого цвета (острая кислота) и канарейка желтая (пронзительное пение). Здесь проявляется особенная интенсивность тона.

[5] Соответствие цветовых и музыкальных тонов, разумеется, только относительное. Как скрипка может развивать очень различные тона, которые могут соответствовать различным краскам, так, например, обстоит и с желтым цветом, который может быть выражен в различных тонах разными инструментами. При указанных здесь параллелизмах следует представлять себе, главным образом, среднезвучащий чистый тон краски, а в музыке средний тон, без видоизменения последнего вибрированием, глушителем и т.д.

[6] ...les nymbes...sont dores pour l'empereur et les propheies (значит для человека) et bleu de ciel pour les personnes symboliques (т.е. для существ, живущих только духовно). (*Kondakoff N.* Histoire de l'art Byzantin, consic. princip. dans les miniatures. Paris, 1886—1891. Vol. II).

[7] Не так, как зеленый цвет, который, как мы позже увидим, есть цвет земного самоудовлетворенного покоя: — синий цвет — есть цвет торжественный, сверхземной углубленности. Это следует понимать буквально: на пути к этому «сверх» лежит «земное», которого нельзя избежать. Все мучения, вопросы, противоречия земного должны быть пережиты. Никто еще их не избежал. И тут имеется внутренняя необходимость, прикровенная внешним. Познание этой необходимости есть источник «покоя». Но так как *этот* покой больше всего удален от нас, то мы и в царстве цвета с трудом приближаемся внутренне к преобладанию «синего».

ской печали[8]. Он становится бесконечной углубленностью в состояние сосредоточенности, для которого конца нет и не может быть. Переходя в светлое, к которому синий цвет тоже имеет меньше склонности, он приобретает более безразличный характер и, как высокое голубое небо, делается для человека далеким и безразличным. Чем светлее он становится, тем он более беззвучен, пока не перейдет к состоянию безмолвного покоя — не станет белым. Голубой цвет, представленный музыкально, похож на флейту, синий — на виолончель и, делаясь все темнее, на чудесные звуки контрабаса; в глубокой, торжественной форме звучание синего можно сравнить с низкими нотами органа.

Желтый цвет легко становится острым; он не способен к большому потемнению. Синий цвет с трудом становится острым; он не способен к сильному подъему.

Идеальное равновесие при смешивании этих двух, во всем диаметрально различных красок, дает зеленый цвет. Горизонтальные движения взаимно уничтожаются. Так же взаимно уничтожаются движения от центра и к центру. Возникает состояние покоя. Таков логический вывод, к которому легко можно прийти теоретическим путем. Непосредственное воздействие на глаз и, наконец, через глаз на душу дает тот же результат. Этот факт давно знаком не только врачам (особенно глазным), но знаком и вообще. Абсолютный зеленый цвет является наиболее спокойным цветом из всех могущих вообще существовать; он никуда не движется и не имеет призвуков радости, печали или страсти; он ничего не требует, он никуда не зовет. Это постоянное отсутствие движения является свойством, особенно благотворно действующим на души усталых людей, но после некоторого периода отдыха, легко может стать скучным. Картины, написанные в гармонии зеленых тонов, подтверждают это утверждение.

Подобно тому, как картина, написанная в желтых тонах, всегда излучает духовное тепло, или как написанная в синих, оставляет впечатление охлаждения (т.е. активного действия, так как человек, как элемент вселенной, создан для постоянного, быть может, вечного движения), так зеленый цвет действует, вызывая лишь скуку (пассивное действие). Пассивность есть наиболее характерное свойство абсолютного зеленого цвета, причем это свойство как бы нарушено, в некотором роде, ожирением и самодовольством. Поэтому в царстве красок абсолютно зеленый цвет играет роль, подобную роли буржуазии в человеческом мире — это неподвижный, самодовольный, ограниченный во всех направлениях элемент. Зеленый цвет похож на толстую, очень здоровую, неподвижно лежащую корову, которая способна только жевать жвачку и смотреть на мир глупыми, тупыми глазами[9]. Зеленый цвет есть основная летняя краска, когда природа преодолела весну — время бури и натиска — и погрузилась в самодовольный покой (см. табл. 2).

---

[8] Иначе, чем фиолетовый цвет, как о том будет сказано ниже.

[9] Подобным же образом действует и идеальное хваленое равновесие. Как хорошо об этом сказал Христос: «Ты ни холоден, ни горяч...».

Таблица 2

Вторая пара контрастов: III и IV
(физического характера, как дополнительные цвета)



Если вывести абсолютно-зеленое из состояния равновесия, то оно поднимется до желтого, станет живым, юношески-радостным. От примеси желтого оно вновь становится активной силой. В тонах более глубоких (при перевесе синего цвета) зеленое приобретает совершенно другое звучание — оно становится серьезным и, так сказать, задумчивым. Таким образом, здесь возникает уже элемент активности, но совершенно иного характера, чем при согревании зеленого.

При переходе в светлое или темное зеленый цвет сохраняет свой первоначальный характер равнодушия и покоя, причем при светлых тонах сильнее звучит первое, а при темных тонах — второе, что вполне естественно, так как эти изменения достигаются путем примеси белого и черного. Я мог бы лучше всего сравнить абсолютно-зеленый цвет со спокойными, протяжными, средними тонами скрипки.

Последние две краски — белая и черная — в общем уже достаточно охарактеризованы. При более детальной характеристике белый цвет, часто считающийся не-цветом (особенно благодаря импрессионистам, которые не видят «белого в природе»)[10], представляется как бы символом Вселенной, из которой все краски, как материальные свойства и субстанции, исчезли. Этот мир так высоко над нами, что оттуда до нас не доносятся никакие звуки. Оттуда исходит великое безмолвие, которое, представленное материально, кажется нам непереступаемой, неразрушимой, уходящей в бесконечность, холодной стеной. *Поэтому белый цвет действует на нашу психику как великое безмолвие*, которое для нас абсолютно. Внутренне оно звучит, как не-звучание, что довольно точно соответствует некоторым паузам в музыке, паузам, которые лишь временно прерывают развитие музыкальной фразы или содержания, и не являются окончательным заключением развития. *Это безмолвие не мертво, оно полно возможностей*. Белый цвет звучит, как молчание, которое может быть внезапно понято. Белое — это Ничто, которое юно, или, еще точнее — это *Ничто доначальное, до рождения сущее. Так, быть может, звучала земля в былые времена ледникового периода.*

Черный цвет внутренне звучит, как Ничто без возможностей, как мертвое Ничто после угасания солнца, как вечное безмолвие без будущности и надежды. Представленное музыкально, черное является полной заключительной паузой, после которой идет продолжение подобно началу нового мира, так как благодаря *этой* паузе завершенное закончено на все времена — круг замкнулся. Черный цвет есть нечто угасшее, вроде выгоревшего костра, нечто неподвижное, как труп, ко всему происходящему безучастный и ничего не приемлющий. Это как бы безмолвие тела после смерти, после прекращения жизни. *С внешней стороны черный цвет является наиболее беззвучной краской, на фоне которой всякая другая краска, даже меньше всего звучащая, звучит поэтому и сильнее и точнее.* Не так обстоит с белым цветом, на фоне которого почти все краски утрачивают чистоту звучания, а некоторые совершенно растекаются, оставляя после себя слабое, обессиленное звучание[11].

---

[10] Ван Гог в своих письмах ставит вопрос, может ли он написать белую стену чисто белой. Этот вопрос, не представляющий никаких трудностей для ненатуралиста, которому краска необходима для внутреннего звучания, кажется импрессионистически-натуралистическому художнику дерзким покушением на природу. Этот вопрос представляется такому художнику настолько же революционным, как, в свое время, революционным и безумным казался переход коричневых теней в синие (излюбленный пример «зеленого неба и синей травы»). Как в упомянутом случае мы узнаем переход от академизма и реализма к импрессионизму и натурализму, так в вопросе Ван Гога заметны начатки «претворения природы», т.е. тяготения к тому, чтобы представлять природу не как внешнее явление, а главным образом выразить элемент *внутренней импрессии*, недавно получившей наименование *экспрессии*.

[11] Киноварь, например, звучит на белом фоне тускло и грязно, на черном она приобретает яркую, чистую, ошеломляющую силу. Светло-желтый цвет на белом слабеет, расплываясь; на черном действует так сильно, что он просто освобождается от фона, парит в воздухе и кидается в глаза.

Не напрасно чистая радость и незапятнанная чистота облекаются в белые одежды, а величайшая и глубочайшая скорбь — в черные; черный цвет является символом смерти. Равновесие этих двух красок, возникающее путем механического смешивания, образует серый цвет. Естественно, что возникшая таким образом краска не может дать никакого внешнего звучания и никакого движения. Серый цвет беззвучен и неподвижен, но эта неподвижность имеет иной характер, чем покой зеленого цвета, расположенного между двумя активными цветами и являющегося их производным. Серый цвет есть поэтому безнадежная неподвижность. Чем темнее серый цвет, тем больше перевес удушающей безнадежности. При усветлении в краску входит нечто вроде воздуха, возможность дыхания, и это создает известный элемент скрытой надежды. Подобный серый цвет получается путем оптического смешения зеленого с красным; он возникает в результате духовного смешения самодовольной пассивности с сильным и деятельным внутренним пылом[12]. *Красный цвет*, как мы его себе представляем — безграничный характерно теплый цвет; внутренне он действует, как очень живая, подвижная беспокойная краска, которая, однако, не имеет легкомысленного характера разбрасывающегося на все стороны желтого цвета, и, несмотря на всю энергию и интенсивность, производит определенное впечатление почти целеустремленной необъятной мощи. В этом кипении и горении — главным образом, внутри себя и очень мало во вне — наличествует так называемая мужская зрелость (см. табл. 2).

Но этот идеальный красный цвет может подвергаться в реальной действительности большим изменениям, отклонениям и различениям. В материальной форме красный цвет очень богат и разнообразен. Представьте себе только все тона от светлейших до самых темных: красный сатурн, киноварно-красный, английская красная, краплак! Этот цвет в достаточной мере обладает возможностью сохранять свой основной тон и в то же время производить впечатление характерно теплой или холодной краски[13].

Светлый теплый красный цвет (сатурн) имеет известное сходство со средне-желтым цветом (у него и в пигментации довольно много желтого) и вызывает ощущение силы, энергии, устремленности, решительности, радости, триумфа (шумного) и т.д. Музыкально он напоминает звучание фанфар с призвуком тубы, — это упорный, навязчивый, сильный тон. Красный цвет в среднем состоянии, как киноварь, приобретает постоянство острого чувства; он подобен равномерно пылающей страсти; это уверенная в себе сила, которую не легко заглушить, но которую можно погасить синим, как раскаленное железо остужается водою. Этот красный цвет вообще не переносит ничего холодного и теряет при охлаждении в звучании и содержании. Или, лучше сказать, это

[12] Серое есть неподвижность и покой. Это чувствовал уже Делакруа, который хотел дать впечатление покоя путем смешения зеленого с красным (Signac).

[13] Конечно, каждая краска может быть теплой или холодной, но ни одна другая не дает такого сильного контраста, как красная. В ней — полнота внутренних возможностей.

насильственное трагическое охлаждение вызывает тон, который художниками, особенно нашего времени, избегается и отвергается, как «грязь». Но это заслуженно, так как грязь в материальной форме, как материальное представление, как материальное существо, обладает, подобно всякому другому существу, своим внутренним звучанием. Поэтому в современной живописи избегание грязи так же несправедливо и односторонне, как вчерашний страх перед «чистой» краской. Не следует никогда забывать, что все средства чисты, если возникают из внутренней необходимости. В этом случае внешнее грязное — внутренне чисто. В ином случае внешне чистое будет внутренне грязным. По сравнению с желтым цветом, сатурн и киноварь по характеру сходны, но только устремленность к человеку значительно меньше. Этот красный цвет горит, но больше внутри себя: он почти совершенно лишен несколько безумного характера желтого цвета. Поэтому этот цвет пользуется, может быть, большей любовью, чем желтый. Им охотно и часто пользуются в примитивном народном орнаменте, а также и в национальных костюмах; в последнем случае он особенно красиво выглядит на больном воздухе, как дополнительный к зеленому. Характер этого красного, главным образом, материальный и очень активный (если его взять отдельно) и так же, как желтый, не склонен к углублению. Этот красный цвет приобретает более глубокое звучание только при проникновении в более высокую среду. Утемнение черным — опасно, так как мертвая чернота гасит горение и сводит его на минимум. Но в этом случае возникает тупой, жесткий, мало склонный к движению, *коричневый цвет*, в котором красный цвет звучит, как еле слышное кипение. Тем не менее, из этого внешне тихого звучания возникает внутренне мощное звучание. При правильном применении коричневой краски рождается неописуемая внутренняя красота: сдержка. Красная киноварь звучит, как туба; тут можно провести параллель и с сильными ударами барабана.

Как всякая холодная краска, так и *холодная красная* (как, например, краплак) несет в себе очень большую возможность углубления, особенно при помощи лазури. Значительно меняется и характер: растет впечатление глубокого накала, но активный элемент постепенно совершенно исчезает. Но, с другой стороны, этот активный элемент не вполне отсутствует, как, например, в глубоком зеленом цвете; он оставляет после себя предчувствие, ожидание нового энергичного воспламенения, напоминая что-то ушедшее в самое себя, но остающееся настороже и таящее или таившее в себе скрытую способность к дикому прыжку. В этом также и большое различие между ним и утемнением синего, ибо в красном, даже и в этом состоянии, все еще чувствуется некоторый элемент телесности. Этот цвет напоминает средние и низкие звуки виолончели, несущие элемент страстности. Когда холодный красный цвет светел, он приобретает еще больше телесности, но телесности чистой, и звучит, как чистая юношеская радость, как свежий, юный, совершенно чистый образ девушки. Этот образ можно легко передать музыкально чистым, ясным пением звуков

скрипки[14]. Этот цвет, становящийся интенсивным лишь путем примеси белой краски — излюбленный цвет платьев молодых девушек. Теплый красный цвет, усиленный родственным желтым, дает оранжевый. Путем этой примеси, внутреннее движение красного цвета начинает становиться движением излучения, излияния в окружающее. Но красный цвет, играющий большую роль в оранжевом, сохраняет для этой краски оттенок серьезности. Он похож на человека, убежденного в своих силах, и вызывает поэтому ощущение исключительного здоровья. Этот цвет звучит, как средней величины церковный колокол, призывающий к молитве «Angelus», или же как сильный голос альта, как альтовая скрипка, поющая ларго.

Как оранжевый цвет возникает путем приближения красного цвета к человеку, так *фиолетовый*, имеющий в себе склонность удаляться от человека, возникает в результате вытеснения красного синим. Но это красное, лежащее в основе, должно быть холодным, так как тепло красного не допускает смешения с холодом синего (никаким способом), — это верно и в области духовного.

Итак, фиолетовый цвет является охлажденным красным, как в физическом, так и в психическом смысле. Он имеет, поэтому, характер чего-то болезненного, погасшего (угольные шлаки!), имеет в себе что-то печальное. Не напрасно этот цвет считается подходящим для платьев старух. Китайцы применяют этот цвет непосредственно для траурных одеяний. Его звучание сходно со звуками английского рожка, свирели и в своей глубине — низким тонам деревянных духовых инструментов (напр., фагота)[15].

Оба последних цвета, возникающие путем суммирования красного с желтым и синим, являются цветами малоустойчивого равновесия. При смешении красок наблюдается их склонность утрачивать равновесие. Получаешь впечатление канатоходца, который должен быть настороже и все время балансировать на обе стороны. Где начинается оранжевый цвет и кончается желтый или красный? Где границы, строго отделяющие фиолетовый цвет от красного или синего?[16] Оба только что охарактеризованных цвета (оранжевый и фиолетовый) составляют четвертый и последний контраст в царстве красок, простых примитивных цветных тонов, причем в физическом смысле они находятся по отношению друг к другу в том же положении, как цвета третьего контраста (красный и зеленый), т.е. являются дополнительными цветами (см. табл. 2).

Как большой круг, как змея, кусающая свой хвост, — символ бесконечности и вечности, — стоят перед нами эти шесть цветов, составляющие три больших

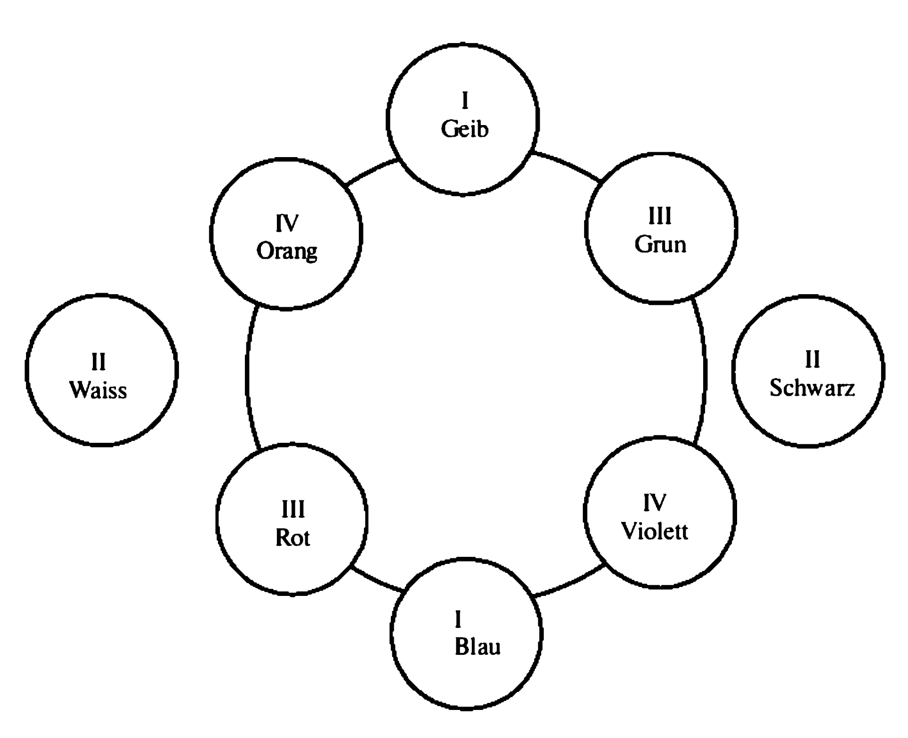
[14] Чистые, радостные, часто следующие друг за другом звуки колокольчиков (а также и конских бубенцов) называются по-русски «малиновым звоном». Цвет малинового варенья близок к описанному выше холодному красному цвету.

[15] В среде художников на вопрос о самочувствии отвечают иногда шутя: «совершенно фиолетовое», что не означает ничего отрадного.

[16] Фиолетовый цвет имеет также склонность переходить в лиловый. Но где кончается один и начинается другой?

пары контрастов. Направо и налево от них находятся две великих возможности безмолвия: безмолвие смерти и безмолвие рождения (см. табл. 3).

Таблица 3



Контрасты, как кольцо между двумя полюсами = жизнь простых цветов между рождением и смертью (римские цифры обозначают пары контрастов)[17]

Ясно, что все приведенные обозначения этих простых красок являются лишь весьма временными и элементарными. Такими же являются и чувства, которые мы упоминаем в связи с красками — радость, печаль и т.д. Эти чувства также являются лишь материальными состояниями души. Гораздо более тонкую природу имеют тона красок, а также и музыки; они вызывают гораздо более тонкие вибрации, не поддающиеся словесным обозначениям. Весьма вероятно, что со временем каждый тон сможет найти выражение и в материальном слове, однако, всегда останется еще нечто, что невозможно полностью исчерпать словом и что не является излишней прибавкой к тону, а именно наиболее в нем существенное. *Поэтому слова являются и будут являться лишь намеками*, довольно внешними признаками красок. В этой невозможности заменить словом или другими средствами то, что составляет суть цвета, таится возможность монументального искусства. Тут в числе очень богатых и разнообразных

[17] Пары контрастов: I — желтый (Gelb) — синий (Blau); II — белый (Weiss) — черный (Schwarz); III — красный (Rot) — зеленый (Grun); IV — оранжевый (Orange) — фиолетовый (Violet). Это развитие гетевского «цветового круга». — *Автор предисловия источника.*

комбинаций необходимо найти одну, которая основывается именно на этом, только что установленном факте. А именно: то же внутреннее звучание может быть достигнуто здесь в то же мгновение различными видами искусства, причем каждое искусство, кроме этого общего звучания, выявит добавочно еще нечто существенное, присущее именно ему. Благодаря этому общее внутреннее звучание будет обогащено и усилено, чего невозможно достигнуть *одним* искусством.

Каждому ясно, какие при этом возможны дисгармонии, равноценные этой гармонии по силе и глубине, а также бесконечные комбинации, то с перевесом одного искусства, то с перевесом контрастов различных видов искусства на основе тихого звучания других видов и т.д.

Часто приходится слышать мнение, что возможность замены одного искусства другим (напр., словом, следовательно, литературой) опровергла бы необходимость различия в искусствах. Однако, это не так. Как было сказано, точно повторить то же самое звучание невозможно посредством различных искусств. А если бы это было возможно, то все же повторение того же самого звучания имело бы, по крайней мере внешне, иную окраску. Но если бы дело обстояло и не так, если бы повторение того же самого звучания различными искусствами совершенно точно давало бы каждый раз *то же самое звучание* (внешне и внутренне), то и тогда подобное повторение не было бы излишним. Уже потому, что различные люди имеют дарования в области различных искусств (активные или пассивные, т.е. как передающие или воспринимающие звучания). А если бы и это было не так, то и тогда благодаря этому повторение не утратило бы своего значения. Повторение тех же звуков, нагромождение их, сгущает духовную атмосферу, необходимую для созревания чувств (также и тончайшей субстанции), так же как для созревания различных фруктов необходима сгущенная атмосфера оранжереи, которая является непременным условием для созревания. Некоторым примером этого является человек, на которого повторение действий, мыслей и чувств, в конце концов, производит огромное впечатление, хотя он и мало способен интенсивно воспринимать отдельные действия и т.д., подобно тому, как достаточно плотная ткань не впитывает первых капель дождя[18].

Не следует, однако, представлять себе духовную атмосферу на этом почти осязаемом примере. Она духовно подобна воздуху, который может быть чистым или же наполненным различными чуждыми частицами. Элементами, образующими духовную атмосферу, являются не только поступки, которые каждый может наблюдать, и мысли и чувства, могущие иметь внешнее выражение, но и также совершенно скрытые действия, о которых «никто ничего не знает», невысказанные мысли, не получившие внешнего выражения чувства (т.е. происходящие внутри человека). Самоубийства, убийства, насилия, недостойные низкие мысли, ненависть, враждебность, эгоизм, зависть, «патриотизм», пристраст-

---

[18] На этом внешнем повторении основано действие рекламы.

ность — все это духовные образы, создающие атмосферу духовные сущности[19]. И наоборот, самопожертвование, помощь, высокие чистые мысли, любовь, альтруизм, радование счастью другого, гуманность, справедливость — такие же сущности, убивающие, как солнце убивает микробы, преждеупомянутые сущности и восстанавливающие чистоту атмосферы[20].

Иным, более сложным, является повторение, в котором различные элементы участвуют в различной форме. В нашем случае, — различные искусства (т.е. в реализации и суммировании — монументальное искусство). Эта форма повторения еще мощнее, так как различные человеческие натуры различным образом реагируют на отдельные средства воздействия: для одних наиболее доступна музыкальная форма (она действует на всех вообще — исключения чрезвычайно редки), для других — живописная, для третьих — литературная и т.д. Кроме того, силы, таящиеся в различных искусствах, в сущности различны, так что они повышают достигнутый результат и в том же самом человеке, хотя каждое искусство и действует изолированно и самостоятельно.

Это трудно поддающееся определению действие отдельной изолированной краски является основой, на которой производится *гармонизация* различных ценностей. Целые картины (в прикладном искусстве — целые обстановки) выдерживаются в одном общем тоне, который избирается на основе художественного чувства. Проникновение цветного тона, соединение двух соседних красок путем примешивания одной к другой является базой, на которой нередко строится гармония цветов. Из только что сказанного о действии красок, из того факта, что мы живем во время, полное вопросов, предчувствий, толкований и, вследствие этого, полное противоречий (достаточно подумать о секциях треугольника), можно легко вывести заключение, что гармонизация на основе отдельной краски меньше всего подходяща именно для нашего времени. Произведения Моцарта воспринимаются нами, возможно, с завистью, с элегической симпатией. Они для нас — желанный перерыв среди бурь нашей внутренней жизни; они — утешение и надежда. Но мы слушаем его музыку, как звуки из иного, ушедшего и, по существу, чуждого нам времени. Борьба тонов, утраченное равновесие, рушащиеся «принципы», внезапный барабанный бой, великие вопросы, видимо бесцельные стремления, видимо беспорядочный натиск и тоска, разбитые оковы и цепи, соединяющие воедино *противоположности* и *противоречия* — такова *наша гармония.*

Основанная на этой гармонии *композиция является аккордом красочных и рисуночных форм, которые самостоятельно существуют как таковые, которые*

[19] Бывают периоды самоубийств, враждебных воинственных чувств и т.п. Войны, революции (последние в меньшей степени, чем войны) являются продуктами такой атмосферы, которую они еще больше отравляют. Какою мерою мерите, такою и вам отмерится.

[20] Истории известны и такие времена. Существовало ли более великое время, чем эра христианства, которое и слабейших вовлекло в духовную борьбу. И во время войн и революций действуют факторы, относящиеся к этому виду; они также очищают зачумленность воздуха.

вызываются внутренней необходимостью и составляют в возникшей этим путем общей жизни целое, называемое картиной.

Важны лишь эти отдельные части. Все остальные (также и сохранение предметного элемента) имеют второстепенное значение. Это остальное является лишь призвуком.

Логически отсюда вытекает и сопоставление друг с другом двух цветных тонов. На том же принципе антилогики рядом ставятся в настоящее время краски, долгое время считавшиеся дисгармоничными. Так обстоит дело, например, с соседством красного и синего, этих никак не связанных между собою физически красок; как раз вследствие их большого *духовного контраста* их выбирают сегодня как одну из сильнейшим образом действующих, лучше всего подходящих гармоний. Наша гармония основана главным образом на принципе контраста, этого во все времена величайшего принципа в искусстве. Но наш контраст есть контраст внутренний, который стоит обособленно и исключает всякую помощь других гармонизирующих принципов. Сегодня они излишни и только мешают!

Интересно установить, что именно это соединение красного и синего было настолько излюбленно в примитивах (картины старых немцев, итальянцев и т.д.), что до сих пор мы находим его в пережитках той эпохи, например, в народных формах церковной скульптуры[21]. Очень часто в этих произведениях живописи и цветной скульптуры видишь Богоматерь в красном хитоне с наброшенным на плечи синим плащом; повидимому, художники хотели указать на *небесную* благодать, ниспосланную на *земного* человека и облекающую ***человечество небесным покровом.*** Из определения нашей гармонии логически вытекает, что именно «сегодня» внутренняя необходимость нуждается в бесконечно большом арсенале возможностей выражения.

«Допустимые» и «недопустимые» сопоставления, столкновение различных красок, заглушение одной краски другою, многих красок — одною, звучание одной краски из другой, уточнение красочного пятна, растворение односторонних и многосторонних красок, ограничение текущего красочного пятна гранью рисунка, переливание этого пятна через эту границу, слияние, четкое отграничение и т.д., и т.д. — открывают ряд чисто-художественных (= цветовых) возможностей, теряющихся в недостижимых далях.

---

[21] Еще вчера одним из первых стал пользоваться этим сочетанием в своих ранних картинах Франк Брангвин, пытавшийся при этом многословно оправдывать использование такого сочетания.

М. Люшер

[Цветовой тест Люшера]*

[Процедура тестирования]

1. Разложите перед человеком восемь цветных карточек[1].
2. Скажите ему что-нибудь вроде следующих слов: «Не пытаясь ассоциировать эти цвета ни с чем, а воспринимая их просто как цвета, скажите, какой из них нравится вам больше всего?». После того, как человек выберет понравившийся ему цвет, не забудьте поблагодарить его.
3. Возьмите выбранную вами карточку и положите ее (цветной стороной вниз) перед собой.
4. Потом скажите ему: «А теперь — из тех цветов, что остались, какой вам нравится больше всего?». После того, как человек сделает свой выбор, поблагодарите его и положите карточку (цветной стороной вниз) справа от первой.
5. Проделайте то же самое с оставшимися карточками, пока не останется две, и скажите: «Из этих двух какую вы предпочитаете?». Когда человек покажет — какую, положите ее на седьмое место и последнюю — на восьмое место.
6. Запишите цифры, обозначенные на обратной стороне карточек, строго по порядку — слева направо.
7. Соберите карточки, перемещайте их и снова разложите перед человеком.
8. Скажите ему «Посмотрите на эти цвета, как будто вы никогда их раньше не видели. Не пытайтесь вспомнить, или повторить их расположение, которое получилось *у* вас прошлый раз. Какой цвет вам нравится больше всего?»
9. Повторите действия по пунктам 3—5.
10. Запишите цифры второго выбора под ранее записанными.
11. Сгруппируйте, пометьте и проанализируйте тест. <...>

---

* *Люшер М.* Цвет вашего характера. М.: Рипол Классик; Вече. 1997. С. 6—7, 55—83.

[1] В тесте используются следующие цвета, обозначенные номерами: серый (0), синий (1), зеленый (2), красный (3), желтый (4), фиолетовый (5), коричневый (6), черный (7). — *Ред.-сост.*

Значение каждого из восьми цветов

Для цветового теста были тщательно выбраны именно эти восемь цветов, исходя из их психологического и физиологического значения, или другими словами — из их «структуры». Эти показатели универсальны для всех жителей Земли, для молодых и старых, для мужчин и женщин, образованных и неграмотных, представителей высокоразвитых стран и менее развитых. Единственное правило, которое абсолютно необходимо соблюдать при использовании теста — это необходимость общения с человеком, которому проводится тест: он должен понять, что от него требуется, он должен видеть цветные карточки (при этом, не имеет значения, является ли он дальтоником или нет), он должен разложить их в порядке предпочтения. У многих людей психологические тесты вызывают антипатию из-за того, что им приходится долго отвечать на огромное количество вопросов или раскладывать уйму карточек. Из опыта можно сказать, что по отношению к цветовому тесту Люшера такая антипатия встречается редко, потому что он легок и привлекателен в применении, занимает очень мало времени и, в любом случае, поражает тех, с кем проводится тест: «Как это можно все так точно узнать, просто смотря на разложенные карточки?» И, возможно, этот тест привлекал бы людей гораздо меньше, если бы они знали, насколько глубоко с его помощью раскрывается их психологическое состояние. В этой главе описывается смысл и значение каждого из восьми цветов. Это поможет вам самому делать интерпретации. <...>

Серый (0)

Серый цвет в этом тесте считается «бесцветным», не темным и не светлым. В нем не заложено никаких стимулов и никаких психологических тенденций. Он нейтрален, это не объект и не субъект, не внутреннее и не внешнее, не напряжение и не расслабление. Серый — это не оккупированная территория, а граница, — как ничейная земля, как демилитаризованная зона; линия разграничения, позволяющая различить контрастные части. <...>

Тот, кто ставит серый цвет на первое место, хочет отрезать себя от остального мира, хочет, чтобы его оставили в покое и ни во что не вмешивали. Тогда он сможет освободиться от любых внешних влияний и стимулов. Он не хочет ни в чем участвовать и изолирует себя от окружающего мира, делая все чисто механически, не затрагивая душу. Даже когда необходимо полностью погрузиться в какое-то дело, человек, поставивший серый цвет на первое место, контролирует свои действия на расстоянии, он как бы стоит в стороне и наблюдает за собой, не позволяя захватить себя целиком. Серый цвет, стоящий в этой позиции, в полной мере отражает компенсаторное поведение человека, который пытается своей отстраненностью улучшить те обстоятельства, которые возникли из-за беспокойства, представленного отвергаемыми цветами (или цветом).

Серый с его непременным стремлением остаться невовлеченным и «не иметь ничего общего ни с чем» содержит ярко выраженный элемент утаивания. Например, если серый находится в группе из двух цветов и занимает в ней первое место, то человек может даже не сознавать того, что он не хочет быть вовлеченным именно в то, что обозначается другим цветом в этой же группе.

С другой стороны, человек, который ставит серый цвет на восьмое место, стремится прикоснуться ко всему, он отвергает отстраненность и считает, что имеет право принимать участие во всем, что происходит вокруг него. В результате окружающие начинают относиться к нему как к излишне любопытному, назойливому и сующему нос не в свои дела. Нейтральность серого цвета наводит на него скуку, он отвергает его безжизненный покой и передвигает на последнее место в ряду. Такой человек предпочитает другие цвета, в которых заложены различные стимулы, возможность разнообразного опыта и интересов. Таким образом, тот, кто отвергает серый, обращается ко всему с готовностью зажечься, не желая ничего упустить. Он стремится использовать любую возможность в достижении своей цели и не успокаивается до тех пор, пока не получит своего.

Тот, кто ставит серый на второе место, делит свой мир на две части. С одной стороны — это компенсаторное поведение, раскрываемое цветом, стоящим в первой позиции и, с другой стороны — все остальные психологические состояния, заложенные в оставшихся цветах, которые человек отталкивает или подавляет из-за боязни, что таящиеся в них стимулы вовлекут его во что-либо помимо его воли. Цвет, предшествующий серому, в этом случае показывает лишь механизм действий, который человек хочет использовать. Другими словами, такой человек как бы «выключен» и изолирован от всего окружающего мира. Это не означает, что по отношению к другим он неактивен и не входит ни с кем в контакт, напротив, он может казаться даже слишком активным, но это лишь попытка компенсировать спрятавшееся в глубине души сознание собственной никчемности и ощущение неспособности действовать, исходя из непосредственного опыта. Даже если серый стоит на третьем месте, все равно — дисбаланс между цветами, предшествующими ему и следующими за ним настолько велик, что первое и второе место следует рассматривать как компенсаторное поведение, прикрывающее в человеке нарушение и поэтому вызывающее беспокойство. Например, если первые три места занимают цвета: 3, 4, 0, то это означает, что человек «отключен», и группа 3/4 (красный/желтый) показывает, какой компенсаторный механизм действий он выбирает, — в данном случае, выбрана «экспансивная активность». Он должен расширять поле своей деятельности, чтобы убедить себя в том, что что-то происходит, хотя сам давно уже ни к чему не стремится, чувствует себя отрезанным от всего и потерянным, ничего для него не имеет значения, и он не уверен, что хочет, чтобы ситуация изменилась. Но всего этого он о себе не знает и знать не хочет, потому что как только это произойдет, весь окружающий его мир распадется в его глазах на кусочки.

Именно поэтому ему необходима компенсация. Только она удерживает его в рамках реальности.

Таким образом, серый в первых трех позициях содержит сильный элемент самообмана, главным образом, потому, что часто компенсация проявляется очень сильно и эффективно. Многие выдающиеся руководители промышленности и коммерции отличаются таким компенсаторным поведением, когда ставят серый цвет в начале ряда. Это доказывает правильность положений широко распространенной теории о том, что люди, поднимающиеся над толпой, достигают этого не благодаря своему естественному превосходству, а из-за непреодолимого стремления избежать того, что вызывает у них беспокойство и неудовлетворенность.

Цвета, стоящие непосредственно перед серым в начале ряда (от 1 до 4 места) и сразу же после него, указывают на наличие стресса.

Нормальное среднестатистическое положение серого — это 6 место, хотя он может передвигаться на 5 и 7 и не иметь при этом особого значения. Во всех других позициях серый значит очень много. В любой ситуации, вызывающей усталость, нервное состояние или стресс (например, накануне экзамена) серый передвигается к началу ряда.

Синий (1)

Синий цвет в тесте означает полное спокойствие. Содержание этого цвета означает умиротворяющее воздействие на центральную нервную систему. Уменьшается кровяное давление, сокращается частота пульса и дыхания, а самозащитные механизмы включаются в работу для зарядки организма. Тело настраивается на расслабление и восстановление сил, поэтому потребность в этом цвете возрастает в случае болезни, упадка сил, а также, когда появляется склонность к чувствительности и обидчивости.

Синий цвет, как все четыре основные цвета, является красочным выражением существующей биологической потребности: в физиологическом плане — это потребность в спокойствии, в психологическом —- в чувстве удовлетворенности, то есть в покое и удовлетворении желаний. Любой человек, оказавшийся в уравновешенной, гармоничной ситуации, свободной от напряжения, чувствует себя собранным и уверенным в себе. Синий представляет собой те узы, которые человек собирает вокруг себя, чувство единства со своим окружением и принадлежности ему. Говорят, что «синий цвет — это цвет преданности», но человек всегда может быть уязвимым, доверившись своим союзникам, поэтому синий цвет зависит от глубины чувств к окружающим. Синий — это отражение умиротворенной чувствительности и поэтому он связан со способностью к сопереживанию, эстетическим наблюдениям и философским размышлениям. Шеллинг в своей «Философии искусств» использовал символизм синего цвета, сказав, что «молчание — это истинное состояние безмятежного моря». Синий цвет является

символом спокойных вод, ровного темперамента, женственности, озарения в литературе. Он ассоциируется со сладким вкусом, его содержание — нежность, его органом чувств является кожа. Поэтому появление у человека экземы и прыщей связано с нарушением тех отношений, в которых должны присутствовать нежность, любовь, чувство близости, как, например, между влюбленными, мужем и женой, членами семьи.

Взятое из санскрита слово «нила», обозначает особый оттенок темно-синего цвета, который лучше всего способствует размышлениям. Немецкое слово, которое лучше всего подходит для обозначения настроения, выражаемого синим цветом, это слово «gemut», то есть «душевность». В английском языке нет эквивалента, имеющего тот же оттенок, но близко подходят слова «способность глубоко и проникновенно чувствовать».

Синий обладает значительной глубиной и объемностью. Он особенно привлекает тех людей, кто весит больше нормы. Это блаженное воплощение высших идеалов единства, слияния и возращения к Гее, матери Земли. Это — правда и доверие, любовь и преданность, прекращение борьбы и обожание. Синева — это бесконечность во времени, воплощающая традицию и вечные ценности, и поэтому синий цвет увековечивает прошлое.

Когда синюю карточку ставят на первое место, это свидетельствует о потребности в эмоциональном спокойствии, безмятежном состоянии духа, гармонии и удовлетворенности или же о физиологической потребности в отдыхе, разрядке, или лечении. Тот, кто предпочел синий, стремится к спокойной упорядоченной ситуации, свободной от расстройств и беспокойств. В такой обстановке события развиваются гладко, следуя, в основном, строго заведенному порядку. Отношения с окружающими людьми носят спокойный характер и свободны от конкуренции. Когда синяя карточка поставлена на первое место не в качестве компенсации, а как выражение симпатии к этому цвету, это предполагает спокойствие духа, тихие манеры и желание, чтобы жизнь строилась на прочных морально-этических принципах. Такой человек хочет доверять сам, и чтобы доверяли ему.

Когда же синий поставлен на 6, 7 или 8 места, потребность в безмятежном состоянии духа или взаимном доверии остается неудовлетворенной, и это является источником беспокойства, которое возрастает тем больше, чем дальше от начала поставлена синяя карточка. Существующие эмоциональные отношения или контакты с коллегами по работе отвергаются, потому что они не соответствуют высоким требованиям человека и кажутся ему либо утомительными, либо обременительными, они разочаровывают его, он хочет их разорвать, и он может именно так поступить, бросив дом или поменяв работу. Однако, если он сознает свою ответственность перед семьей или работой в такой мере, что не может порвать с ними, он все равно будет стремиться уходить от неприятных обязательств. Таким образом, отвергнутый синий цвет означает разрыв связей или же желание их порвать, результатом чего является беспокойное, непоследо-

вательное поведение и частичное умственное возбуждение. Это может ослабить способность к концентрации внимания. Дети испытывают трудности в учебе. Долгое напряжение у взрослых может привести к нарушению деятельности нервной системы, повлиять на работу сердца, ухудшить кровообращение.

Отторжение синего цвета, что говорит о неудовлетворенных эмоциональных потребностях, может привести к тому, что в качестве компенсации будет избран зеленый цвет. В этом случае зеленый, который выражает настойчивое желание самоутвердиться, свидетельствует о гордом и бунтарском стремлении к независимости. Это часто проявляется у молодых людей, которые хотят порвать с семьей и родительской опекой.

Часто отказ от синего цвета сопровождается тем, что красный становится компенсационным, что раскрывает стремление человека к внешнему стимулу. Когда эмоциональная неудовлетворенность сопровождается появлением красного цвета на первом месте, то есть в качестве руководящего начала, тогда предпринимается попытка притупить эту неудовлетворенность холодным поведением или же повышенной сексуальностью (синдром Дон Жуана). В случае, если человек отвергает половое распутство как заменитель отвергнутому синему цвету, компенсация красным цветом примет форму энергичной или авантюрной деятельности, в ходе которой человек преодолевает острые опасности в каком-нибудь рискованном предприятии» например, занимаясь автомобильными гонками или охотой.

Часто отвергнутый синий компенсирует желтый цвет. Это означает поиск выхода из трудностей. В этом случае угнетающая эмоциональная неудовлетворенность требует разрядки, в результате чего возникает беспокойный поиск решения, который может быть направлен не только на решение проблем, порожденных эмоциональной уязвимостью, но в поисках душевного согласия пойти гораздо дальше, что заставит человека заняться философскими изысканиями, религией, общественной деятельностью, направленной на достижение всеобщего братства.

Синий цвет приобретает особое значение, если его не помещают на одно из первых четырех мест.

Зеленый (2)

Зеленый цвет в тесте содержит некоторое количество синего оттенка и выражает физиологическое состояние «эластичного напряжения», а психологически — волю к действию, упорство и настойчивость. Поэтому зеленый цвет — это воплощение твердости, постоянства и, прежде всего, сопротивление переменам. Это свидетельство постоянной точки зрения и постоянного внимания к своей персоне. *Я* обретает высокую ценность во всех проявлениях самоутверждения и обладания собственностью. Последнее рассматривается, прежде всего, как способ обеспечить свою безопасность и самоуважение. Человек, который поставил

зеленый цвет на первое место, желает усилить свою уверенность в собственной ценности, либо самоутверждаясь, либо сохраняя приверженность своему идеализированному автопортрету, либо получая признание от других людей, восхищенных его достижениями. При этом искомое превосходство над другими людьми может быть физическое, образовательное, культурное или же выражаться в материальном богатстве.

Зеленый цвет символически соответствует величественной секвойе с глубокими корнями, гордой и неизменной, возвышающейся над малыми деревьями, суровому и авторитарному характеру, напряженной тетиве лука. Этот цвет имеет терпкий, вяжущий вкус, в эмоциональном отношении он олицетворяет гордость, а его органом являются непроизвольно сокращающиеся мышцы. Так возникновение язв в кишечном тракте и нарушения в работе пищеварения часто связаны с беспокойством из-за возможной утраты своего положения или по поводу личного краха.

Зеленый цвет символизирует напряжение — это дамба, сдерживающая соблазны внешних раздражителей, которым противостоит человек. Это усиливает чувство гордости, сознания превосходства над другими людьми, своей силы, способности контролировать событий, управлять ими или направлять их. Создание такой дамбы и подавление внешних раздражителей выражается в том, что человек стремится установить «контроль» над своей жизнью во многих формах и на различных уровнях. Это ведет к дотошной аккуратности в отношении к фактам и выражается в хорошей памяти, ясности самовыражения, способности к критическому анализу и логической последовательности. Порой это может привести и к оторванному от жизни абстрактному формализму в мышлении.

«Зеленое» поведение — это стремление к улучшению условий жизни, забота о здоровье, желание прожить долгую и полезную жизнь или выстроить таковую для себя и для других. В последнем случае мы имеем дело с реформатором, который стремится улучшить общественные условия жизни. Но больше всего человек, выбирающий зеленый цвет, хочет, чтобы его мнение восторжествовало, чтобы его признали как представителя основополагающих и неоспоримых принципов. Поэтому он ставит себя на пьедестал и проявляет склонность к морализаторству и чтению лекций.

Тот, кто ставит зеленый цвет на первое место, желает произвести сильное впечатление. Ему хочется, чтобы его признали. Он хочет удержать все, что ему принадлежит, и добиться своего, несмотря на сопротивление и препятствия. Человек, который ставит зеленый на 6, 7 и 8 места, хочет того же, но он ослаблен в борьбе против препятствий, с которыми столкнулся. Поэтому он чувствует, что его статус страдает от нехватки признания. А так как преодолеть свои желания он не может, то они являются источником напряжения и расстройства. Последние могут выражаться в ощутимой физической форме (например, боли в груди и сердце), или в материальных трудностях, или в его подчиненном положении.

Человек стремится преодолеть все эти трудности. И, чем далее к концу ряда он ставит зеленый, тем настоятельнее стремится преодолеть давление этих неблагоприятных обстоятельств.

Поэтому отвергнутый зеленый цвет означает «беспокойство, вызванное желанием освободиться от напряжений, порожденных непризнанием». Утрата настойчивости и сил к сопротивлению, беспокойство по поводу возможной утраты своего положения, а также снижения своей способности к самоутверждению, — все это порождает озабоченность таких масштабов, что человек готов винить во всем других, критикуя и относясь к ним язвительно и презрительно. Если зеленый цвет поставлен на первое место, то это может означать (хотя и необязательно), что человек проявляет упрямство и самоуверенность. Если же зеленый отвергнут, то эти качества являются определяющими в его поступках.

Отвергнутый зеленый часто компенсируется тем, что на первое место ставят синий — в надежде, что это принесет покой и избавление от напряжения. Люди часто делают такой выбор, рассчитывая найти мирный приют, где они обретут удовлетворение и где им не придется предпринимать невыносимых усилий для того, чтобы утверждать свое положение.

Иногда отвергнутый зеленый компенсируется красным, который ставят на первое место. Красный означает стремление к возбуждению и ярким раздражителям, а так как отвергнутый зеленый выражается в состоянии раздражения и напряжения, то такой расклад указывает на нетерпение и утрату самоконтроля, крайнюю нетерпеливость, неконтролируемые взрывы, высокое кровяное давление и негативные изменения в сердечно-сосудистой деятельности. Такое состояние сопровождается сумбурностью в мыслях, словах и поступках, частичной утратой сознания и даже апоплексическими ударами.

Некоторые пытаются компенсировать невыносимое напряжение, проявленное в отторжении зеленого цвета, выбором желтого цвета и таким образом ищут выхода из трудностей. Этот «побег на свободу» означает попытку уйти от чувства удушения, преодолеть чувство подавленности, избавиться от возможных ухудшений здоровья. Такая компенсация редко является плодотворной и сводится к попыткам отвлечь свое внимание поездками посещениями новых мест, культивированием новых хобби тому подобное.

Красный (3)

К красному цвету добавлен желтый. Это придает цвету оранжевый оттенок, что означает физиологическое состояние активного расхода энергии. Этот цвет ускоряет пульс, поднимает кровяное давление и увеличивает частоту дыхания. Красный цвет — это выражение жизненной силы, активности нервной системы и желез внутренней секреции, поэтому он олицетворяет человеческие желания и стремления.

Красный цвет — это непреодолимое желание достичь результатов, добиться успехов, это страсть ко всему, в чем присутствует интенсивная жизненная активность и богатство опыта. Красный цвет — это импульс, воля к победе, все формы жизненной силы, начиная от половой активности до революционного преобразования общества. Это — импульс к активной деятельности, спорту, борьбе, соревнованию, эротике и продуктивной предприимчивости. Красный цвет — это «воздействие воли», или «сила воли», в отличие от зеленого, который символизирует «гибкость ума».

Красный символизирует кровь, пролитую в борьбе; огонь, воспламеняющий человеческий дух; сангвинический темперамент, мужское начало. На уровне плотских ощущений этот цвет проявляется в аппетите, его эмоциональное выражение — желание, его органами являются мышцы, симпатическая нервная система и органы воспроизводства. Так, физическое и нервное истощение, перебои в работе сердца, импотенция или упадок полового желания часто выражается в отторжении красного цвета. Время красного цвета — настоящее.

Тот, кто поставил красный цвет на первое место, хочет, чтобы его собственная активность принесла ему богатый опыт и полнокровное ощущение жизни. Какие бы формы ни приняла эта активность — предприятия, осуществляемые в сотрудничестве с другими людьми; индивидуальное лидерство, творческие усилия, деятельность во имя развития или экспансии, эротика, чувственное удовлетворение физического аппетита, преувеличенные, чрезмерно драматизированные поступки, — все это обозначается тем цветом, который сопровождает красный в одной группе с ним.

В сексуальном отношении, когда красный цвет занимает первое место (как нормальный «плюс», а не в качестве компенсации), это означает контролируемое половое влечение, хотя не исключается и возможность случайных всплесков импульсивного полового поведения. Это отражает поведение верного партнера, который порой может уступить соблазну, хотя это не будет чем-то серьезным. Однако, если красный цвет, оказавшись на первом месте, является компенсацией, то способность удовлетворить половое чувство становится эгоцентричной. Это настоятельно требует постоянных побед, разнообразия опыта и впечатлений, что ведет к сексуальному экспериментированию, распутству и частым изменам. В крайних случаях это проявляется в поведении нимфоманки или сатира, которые не могут получить настоящего удовлетворения или освобождения от напряжения с помощью полового акта. <...> Если же красный цвет отвергается, то это означает, что половое желание в значительной степени исчезает, сурово подавляется, и наступает импотенция или фригидность. Отторжение красного цвета на 6, 7 и 8 позиции предполагает, что возбуждающая активность воспринимается как нечто враждебное. Тот, кто отвергает красный цвет, уже перевозбужден, легко раздражается из-за того, что у него не хватает жизненных сил (например, из-за физического истощения или сердечной недо-

статочности), потому что он чувствует, что измучен неразрешимыми проблемами, что его окружение — это источник опасности и что оно вышло из-под контроля. В этом случае человек воспринимает красный цвет не в его обычном значении силы и мощи, а как нечто угрожающее. Отвергнутый красный цвет означает: «Ищет защиты от всего, что может возбуждать, осложнить ситуацию или еще более ослабить позиции». Желание найти защиту тем более глубоко, чем дальше красный цвет сдвигается к 8 позиции.

Если на первую позицию в качестве компенсации красному ставят синий цвет, то это означает, что мирное окружение необходимо как «успокоительное средство». При таком сочетании часто возникает мазохистское тяготение к сексуальному партнеру, что сопровождается ощущением того, что человека не любят и не ценят. В психологическом плане сочетание отвергнутого красного и компенсационного синего, часто бывает у деловых людей, страдающих от беспокойства, у служащих и управляющих, которые без задержки движутся к сердечному заболеванию. (Такое сочетание цветов — это своевременное предупреждение о возможности заболевания сердца). Руководителям фирм, всевозможным президентам, вице-президентам, — всем тем, кто выбрал такое сочетание, рекомендуется отдых, медицинская проверка и возможность восстановить свои физические силы.

Довольно редко вместо отвергнутого красного ставят зеленый, так как с помощью «зеленой» выдержки в таком состоянии можно дать отпор неблагоприятным обстоятельствам лишь в течение недолгого времени. Такой выбор бывает тогда, когда человек стремится преодолеть нервное или физическое истощение только усилием воли.

Чаще всего на первое место в качестве компенсации ставят желтый, что означает «поиск выхода». Но этот выбор обычно непродолжителен и уступает картине отчаяния.

Красный цвет имеет особое значение, если он не стоит в первых трех позициях.

Желтый (4)

Желтый — самый яркий цвет в тесте и воспринимается как источник света и бодрости. Так как красный цвет гуще и тяжелее, чем желтый, то он действует как стимулятор. Желтый же, являясь более легким и менее густым, чем красный, скорее предполагает и обещает, чем реально стимулирует. Например, хотя желтый и повышает кровяное давление, учащает пульс и дыхание, его влияние не столь стабильно и продолжительно, как у красного. Главные свойства желтого — это яркость, способность к излучению и легкая бодрость. Желтый цвет отражает неограниченную экспансивность, освобождение от пут, разрядку. В отличие от зеленого (2), означающего сжатие и напряжение, которые могут даже привести к судорогам и спазмам, желтый цвет — это расслабление и расшире-

ние. На психологическом уровне расслабление означает освобождение от тягот, проблем, давления или ограничивающих обстоятельств.

Символически, желтый — это солнечное тепло, вызывающее радость, ореол вокруг Священного Грааля, бодрость духа и счастье. Он острый на вкус, его эмоциональное содержание оптимистическая изменчивость, его органами являются симпатическая и парасимпатическая нервные системы. В отличие от красного, который также действует через эти системы, «желтая» активность носит более неопределенный характер и лишена четкой структуры и цельности красного цвета. «Желтый» человек может быть неистощимым источником энергии, но эта энергия извергается импульсами.

Если желтый цвет поставлен на первое место, это демонстрирует стремление к освобождению и надежду на большее счастье, а также предполагает конфликт, ликвидация которого желанна. Надежда на счастье может проявляться в бесчисленных формах, начиная от полового приключения, и кончая философиями, обещающими просветление и совершенствование. Эта надежда всегда устремлена в будущее. Желтый цвет — это движение вперед, к новому, современному, развивающемуся и неоформленному.

Там, где желтый цвет является компенсационным, существует не только сильное желание уходить от существующих трудностей с помощью тех способов, которые принесут освобождение, но при этом будет проявляться известная поверхностность, стремление к переменам ради перемен, энергичный поиск альтернативного опыта. Как и зеленый, желтый хочет достичь высокого положения и признания других людей, но в отличие от зеленого, который горд и сдержан, желтый никогда не бывает в покое, постоянно стремясь вперед, движимый своей амбицией. Если желтый цвет проявляется как доминирующее начало, принуждающее человека к борьбе за признание, он может стать источником зависти.

Зеленый цвет — это настойчивость, желтый — изменчивость. Зеленый — это напряжение, желтый — расслабление. Между этими полюсам возникает конфликт, рожденный их несовместимостью. «Зеленое» честолюбие, самоутверждение и требование престижа находятся в противоречии с «желтыми» надеждами обрести счастливый опыт и испытать интересные приключения. Когда господствует зеленый цвет, то мышцы хронически напряжены, в результате чего могут возникнуть патологические изменения в желудке и кишечном тракте, *в* сердце и системе кровообращения. Подобная ситуация часто подстерегает чрезмерно честолюбивых людей. Зеленый цвет отвергается и желтый занимает его место в том случае, когда существующие условия порождают невыносимое напряжение. Это — попытка снять или компенсировать напряжение.

Если желтый отвергнут и поставлен на 6, 7 или 8 место, это значит, что надежды человека рухнули. Перед ним — пустота, и он чувствует себя изолированным и отрезанным от других людей. В столь мрачном состоянии яркость и легковесность желтого кажутся неподходящими и несерьезными. Чем больше разочарование, тем дальше в конец ряда отодвигается желтый цвет. Отвергнутый

желтый предполагает смятение души, вызванное разочарованием и пониманием, что надежды не будут реализованы. Это смятение может принять форму раздражимости, разочарования, недоверия или подозрительности в отношении других людей и их намерений. Если учесть, сколько людей поддерживают свои интерес к жизни, полагаясь лишь на надежду можно представить себе, как разрушительно действует безнадежность, и как отвергнутый желтый раскрывает тревожную нехватку многих существенных сторон жизни. Отторгнутый желтый цвет означает «попытку защитить себя от одиночества и дальнейшего разочарования».

Компенсации принимают различные формы. Часто на первое место ставят синий, и это показывает, что для человека важны мир и единство, как средство достижения какой-либо степени удовлетворения. Отторжение желтого и предпочтение синего отражает тенденцию держаться за привычное; это сочетание часто проявляется в привязанностях мазохистского характера.

Может быть предпринята попытка добиться компенсации за безнадежность стремления к достижению прочного положения и высокого престижа. Это может найти выражение в том, что на первое место будет поставлена зеленая карточка.

Если на первом месте встанет красный цвет, то в этом случае погоня за приключениями, интенсивными впечатлениями, особенно сексуальными, является средством ухода от чувства разочарования и одиночества.

Желтый цвет имеет значение, если он не находится на позициях от второй до пятой.

Фиолетовый (5)

Фиолетовый — это смесь красного и синего. Хотя он и является самостоятельным цветом, но сохраняет свойства и синего и красного. Фиолетовый старается объединить импульсивную победоносность красного и мягкую уступчивость синего, выражая идею «отождествления». Это отождествление — своего рода мистическое единение, высокая степень чувственной интимности, ведущая к такому полному слиянию между объектом и субъектом, в ходе которого все, о чем мечтают и чего желают, должно стать реальностью. В известной степени это очарование, мечта, ставшая фактом, волшебное состояние, когда все желания сбываются. Поэтому человек, который отдает предпочтение фиолетовому цвету, ищет «волшебных отношений». Он не только хочет приукрасить себя, но в то же время желает очаровывать и восхищать других, вызывать у людей восторг.

Фиолетовый цвет может означать отождествление как интимное, эротическое слияние, и это может повести к интуитивному и чувственному пониманию сути вещей. Но нереальные черты такого отождествления, при котором желаемое выдается за действительное, свидетельствует либо о неспособности ясно различать окружающую действительность, либо о нерешительности и колебаниях. И то, и другое может вести к безответственности.

Интеллектуально зрелые люди обычно отдают предпочтение одному из основных цветов, а не фиолетовому. В то же время интеллектуально или эмоционально незрелые люди предпочитают фиолетовый цвет. Во время обследования 15 ‰ процентов из 1600 школьников младших классов отдали предпочтение фиолетовому. Гормональная активность и деятельность желез внутренней секреции во время беременности отражается в предпочтении фиолетовому. Тоже происходит и во время нарушений функций щитовидной железы. Последнее (если следствием этого не является нехватка йода, а вызвано психосоматическими причинами) происходит в результате продолжительного стресса, шока или условий, породивших чрезмерные страхи у больных. В этих случаях они с трудом контролируют свои эмоции. Такие больные нуждаются в особом понимании, мягком обращении и нежности, что поможет успокоить их страхи. То же самое можно сказать о женщинах во время беременности, многие из которых становятся крайне неуравновешенными.

То, что дети отдают предпочтение фиолетовому цвету, показывает, что для них мир — это все еще волшебный край, и им достаточно потереть лампу Аладдина, чтобы раб принес им все, что они пожелают. Вероятно, для такого взгляда на мир есть свои основания, но вряд ли имеет смысл сохранять такое восприятие мира и во взрослом состоянии.

Гомосексуалисты и лесбиянки часто проявляют свою эмоциональную неуравновешенность, предпочитая фиолетовый цвет в качестве компенсации. В данном случае мы имеем дело с людьми, эмоциональные страхи которых заставляют их пытаться создать вокруг себя сказочную страну, в которой они могут забыть об остальном мире, пока они заняты друг другом. Хотя многие гомосексуалисты ставят фиолетовый цвет на первое место, из этого не следует, что такой выбор предполагает наличие гомосексуальных наклонностей.

Если фиолетовый ставят на первое место, необходимо более глубоко изучить, почему возникло «фиолетовое» поведение. Означает ли это, что детская незрелость сохранилась во взрослой жизни? Если это так, та очевидно, что суждения и поступки человека лишены реализма, и ему трудно различать действительность от мечты. Может быть, это вызвано нарушением функций желез или какими-то обстоятельствами, породившими эмоциональную неустойчивость? В таком случае человек нуждается в особом внимании к себе со стороны своего партнера. Если же это не так, то это означает, что человек просто желает, чтобы все окружающие были им очарованы и восхищались бы его замечательными манерами и тактом. Такой человек обожает околдовывать других. Он остро реагирует на чужие оценки, но не хочет брать на себя большую ответственность, которая вытекает из его отношений с другими людьми.

Когда фиолетовый цвет ставят на 8 место, желание почти мистической интимной близости с другими людьми отвергается и подавляется из-за очевидной невозможности воплотить это желание в жизнь. В подобном случае у человека может наблюдаться повышенная критичность в отношении других и сдержан-

ность в выражении своих эмоций. Такой человек часто опасается оказаться глубоко вовлеченным в любые отношения личного или профессионального характера. В результате этого человек точно не знает, где он находится, и не может понять объем своих обязанностей, вытекающих из своих личных и профессиональных отношений. При таком выборе человек переносит фиолетовый цвет на предметы, а не на людей. В этом случае цвет, означающий потребность человека отождествлять себя с чем-нибудь или с кем-нибудь и способность к интуитивному пониманию, выражается в усилении эстетического взгляда на жизнь, склонности к самостоятельным суждениям и научным занятиям.

Фиолетовый цвет не имеет значения, если он поставлен на места от 3 до 7, и когда дети и беременные женщины ставят его на 1 и 2 места.

Коричневый (6)

Коричневый цвет в тесте — это затемненный желто-красный. Импульсивность красного ослаблена и приобрела более спокойный характер. Как выразился один художник, импульсивность «сломлена». Коричневый, таким образом, лишен экспансивного творческого импульса, активной жизненной силы красного цвета. Жизненное начало более не является действенной силой, а лишь пассивно воспринимаемой на уровне органов ощущений.

Коричневый цвет чувственен и имеет отношение к физическому восприятию организма. Положение коричневой карточки в ряду показывает состояние сенсорного механизма. Например, если коричневый цвет находится в «безразличной» зоне (где он чаще всего находится), тогда органы чувств и состояние не имеют особого значения для человека. Так и должно быть, потому что здоровое и удовлетворенное тело не должно отнимать много внимания у человеческого духа. При физическом же недомогании коричневый цвет передвигается к началу ряда. Этим подчеркивается большое значение телесного недуга я потребность в таких условиях, которые бы позволили от него избавиться.

Лишенные крова и средств к существованию, изгнанные и не имеющие перспектив обеспечить свою безопасность и физические потребности обычно ставят коричневый цвет в начале ряда. Такой выбор был типичен для так называемых «перемещенных лиц» после второй мировой войны. Их настроения объяснялись не тем, что их тела обладали особой чувствительностью, а тем, что у них не было места, где бы они могли себя чувствовать в безопасности или могли обрести минимальный комфорт, доступный более удачливым. Коричневый также показывает, что для человека особенно важным является ощущение своих «корней» — очага, дома, людей своего рода и племени. Это цвет «стадного чувства», семейного уюта и безопасности.

Если коричневый цвет находится в первой половине ряда и особенно на первых двух местах, то это значит, что у человека существует повышенная потребность в физическом благополучии и чувственном удовлетворении, избавле-

нии от какой-нибудь проблемы, которая вызывает у него чувство физического неудобства. Эта проблема может быть вызвана реальной угрозой для жизни или физическим заболеванием. Она может быть связана с конфликтом, который не в силах разрешить человек. Каковы бы ни были причины, речь идет об отрицательном воздействии на организм и его органы ощущений, и поэтому человек придает столь большое значение необходимости создать для тела благоприятное окружение.

Когда коричневый цвет оказывается на 8 месте, потребность в безопасности и комфорте полностью отвергаются. В этом случае стремление к физическому комфорту рассматривается как слабость, которую следует преодолеть. Тот, кто отвергает коричневый цвет, считает, что он создан из прочного материала и желает выступать перед всем миром, как непреклонный индивидуалист. Такой человек решительно отвергает «стадное чувство», тягу к взаимозависимости, выражаемые коричневым цветом. Он считает низменным потакать нуждам своего организма. Однако такое подавление способности наслаждаться физическими ощущениями может легко привести к эмоциональному дефициту, что проявляется в беспокойстве и потребует каких-то форм компенсаций, включая принуждение себя к половой активности, поиск различных видов физических ощущений.

Коричневый цвет имеет значение, если он не занимает места с 5 по 7.

Черный (7)

Черный — самый темный цвет и, по сути, является отрицанием цвета. Черный — это та граница, за которой прекращается жизнь, и поэтому он олицетворяет идею уничтожения. Черный — это «нет», противостоящее белому «да». Белый цвет — это чистый лист бумаги, на котором история еще будет написана, черный — это конец, за которым ничего нет. Белый и черный — это две крайности, альфа и омега, начало и конец. Хотя белый цвет включен в полный тест Люшера, он отсутствует среди восьми цветов. В данном тесте наиболее близко к белому стоит желтый цвет, и если черный и желтый рядом, то это показатель «экстремистского» поведения в той или иной форме. Черный — это отрицание по своей природе, означает отказ, окончательную капитуляцию, и он оказывает сильное воздействие на любой цвет, который находится в той же группе, усиливая черты этого цвета.

Если черную карточку ставят в первую половину ряда и, особенно, на одно из первых мест, то это означает компенсационное поведение в крайней форме. Тот, кто ставит черный цвет на первое место, хочет отвергнуть все, выражает протест против существующего положения, провозглашает, что все идет не так, как должно идти. Человек поднимает бунт против Судьбы, или, во всяком случае, против того, как складывается его собственная жизнь. Такой бунт, скорее всего, будет неосмотрительным и неразумным.

Если черный поставлен на второе место, это значит, что человек хочет осудить все остальное, во имя того, что он удержит то, что выражено цветом, поставленным им на первое место. Например, если на первое место поставлена красная карточка, а черная — на второе, то удовлетворение преувеличенных желаний должно компенсировать все, чего человек лишен. Когда синий цвет предшествует черному, человек считает, что абсолютное спокойствие восстановит нарушенную гармонию и эмоциональное беспокойство. Когда на первых двух местах желтый стоит перед черным, ожидается, что какое-то резкое и, возможно, катастрофическое событие или перемена курса положит конец бедствиям человека.

Когда впереди стоят серый и черный, тогда человек рассчитывает, что невмешательство поможет ему преодолеть нетерпимое отношение к окружающему.

Находясь на 3 месте, черный требует компенсации от цветов, занимающих два первых места. Черный цвет действует на соседние с ним цвета так же, как действует серый на своих соседей. Цвета, который находятся перед черным в первом раскладе, и после него — во втором раскладе (если они вместе помещены в первой половине ряда), являются выражением конфликта и дополнительными источниками беспокойства.

Чаще всего черный стоит на 8 месте, что выражает более или менее естественное желание не отказываться от чего бы то ни было и сохранять контроль над своими решениями и действиями. Однако, когда такое положение отражает беспокойство, это свидетельствует о том, что человек просит слишком многого.

2 *Восприятие пространства. Признаки удаленности и глубины: окуломоторные, монокулярные (изобразительные), трансформационные, бинокулярные. Механизмы стереозрения: диспаратность, теоретический и эмпирический гороптер, зона Панума, стереограммы Юлеша*

Х. Шиффман

Восприятие пространства: монокулярное и бинокулярное зрение*

То, что визуальный мир обычно воспринимается нами как определенным образом организованный и стабилизированный в трехмерном пространстве, — результат эволюционного развития зрительной системы. Однако понимание того, как именно происходит восприятие трехмерного пространства, представляет серьезную проблему. Как вообще можно почувствовать трехмерность пространства, если и сама сетчатка, и спроецированные на нее изображения — преимущественно двухмерные поверхности? Как зрительная система «достраивает», или выявляет, третье измерение? Частично ответ на этот вопрос дает сам характер стимуляции сетчатки. Например, мы видим, что одни поверхности более яркие, чем другие; проекции разных объектов занимают разные по величине участки наших сетчаток и видны по-разному — некоторые объекты видны полностью, а некоторые — лишь частично, потому что заслонены другими объектами. Ретинальное изображение несет в себе информацию, или признаки, позволяющую нам воспринимать трехмерное пространство. Некоторые из этих признаков воспринимаются одним глазом, а для восприятия других требуется совместная работа обоих глаз. <...>

Монокулярные пространственные признаки

Пространственные признаки, которые могут восприниматься не только двумя, но и одним глазом, называются *монокулярными признаками*. Большинство монокулярных пространственных признаков *статичны* (т.е. это те признаки

* *Шиффман Х.* Ощущение и восприятие. СПб.: Питер, 2003. С. 342—380, 406—411.

пространства, которые воспринимаются при условии, что и наблюдатель, и находящиеся в поле его зрения объекты неподвижны), но есть и такие признаки, которые проявляются только тогда, когда либо есть движение (наблюдателя, окружающих предметов или того и другого), либо тогда, когда изменяется характер движения глазных, или окуломоторных, мышц. Восприятие неподвижных сцен, фотографий и иллюстраций, так же как и восприятие произведений живописи и графики, основано на статичных монокулярных признаках, которые называются *пикторальными*, или картинными, признаками и передают глубину и расстояние изобразительными средствами, т.е. создают иллюзию объема на такой двухмерной поверхности, какой является, например, фотография.

Интерпозиция (частичное загораживание)

Интерпозицией, или *частичным загораживанием*, называется неполная маскировка, или перекрывание, одного объекта другим. Если один объект частично закрыт другим, наблюдателю кажется, что тот объект, который виден целиком, находится на более близком расстоянии. Примеры загораживания представлены на рис. 1. Интерпозиция дает больше информации об относительной удаленности, когда речь идет о знакомых объектах. В качестве статического пикторального признака она очень эффективна, но с ее помощью можно составить представление только об относительной *глубине*. Интерпозиция свидетельствует не об абсолютной глубине или удаленности объектов, а лишь об их относительной удаленности от наблюдателя.

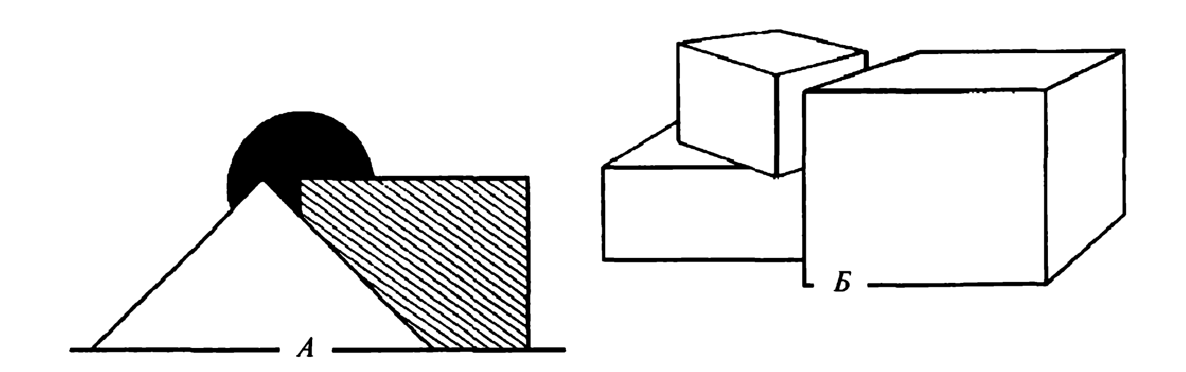


Рис. 1 А — круг лежит за прямоугольником, который, в свою очередь, частично закрыт треугольником; *Б* — восприятие взаимного расположения линий, образующих геометрические поверхности трехмерных форм, основано на интерпозиции

Воздушная перспектива

Как правило, рассматривая какой-либо пейзаж, мы менее четко видим те предметы, которые удалены от нас, чем те, которые находятся поблизости. Этот монокулярный источник информации, называемый *воздушной перспективой*, является следствием влияния на свет мельчайших частиц, содержащихся в атмосфере. Свет, проходя через атмосферу, содержащую взвешенные твердые частицы, пары воды и прочие примеси, рассеивается, что приводит к уменьшению четкости деталей и освещенности ретинальных изображений объектов. Поскольку свет, который отражается от более удаленных предметов, проходит более длинный путь в атмосфере, нежели свет, который отражается от предметов, расположенных ближе к наблюдателю, более удаленные предметы воспринимаются менее четко, и чем дальше от наблюдателя они находятся, тем сильнее проявляется этот эффект «дымки». Воздушная перспектива может служить признаком удаленности или глубины, и прежде всего в тех случаях, когда речь идет об очень удаленных предметах (фотография, на которой кажущаяся удаленность передана с помощью воздушной перспективы, представлена на рис. 13).

Благодаря воздушной перспективе удаленные предметы меньше контрастируют с фоном, чем предметы, расположенные поблизости. [Имеются] экспериментальные данные, из которых следует, что стимулы, резко не контрастирующие с фоном, как правило, кажутся расположенными дальше, чем стимулы, контраст которых с фоном выражен более четко[1]. Следовательно, кажущийся контраст является источником пространственной информации. А это значит, что поддающаяся оценке информация о кажущейся глубине и удаленности, которую можно получить с помощью воздушной перспективы, определяется уменьшением контрастности в результате увеличения расстояния, с которого ведется наблюдение. Теперь понятно, почему в ясную погоду такие крупномасштабные объекты, как здания или горы, кажутся менее удаленными, чем в пасмурный день.

Затененность и освещенность

Как правило, наибольшей освещенностью обладает та поверхность, которая ближе к источнику света. По мере удаления от источника света освещенность поверхностей уменьшается и возрастает их затененность. Чередование света и тени также способствует восприятию глубины отграниченных поверхностей. Посмотрите на выпуклости и неправильной формы впадины, изображенные на рис. 2, а затем поверните рисунок на 180°. То, что прежде воспринималось как выпуклость, станет казаться впадиной, и наоборот.

---

[1] См.: *O'Shea R.P., Blackburn S.G., Ono Hiroshi.* Contrast as a depth cue // Vision Research. 1994. Vol. 34. P. 1595—1604; *O'Shea R.P., Govan D.G.* Blur and contrast as pictorial depth cues // Perception. 1997. Vol. 26. P. 599—612.



Рис. 2. Свет и тень в качестве признаков глубины

Если рисунок повернуть на 180°, выпуклости и углубления поменяются местами (то, что прежде было выпуклостью, станет впадиной, и наоборот)

Мы привыкли к тому, что свет падает сверху (солнце, люстры). И продолжаем так думать, даже повернув рисунок на 180°, в результате чего выпуклости и впадины меняются местами. Освещенные и затененные участки плоской картины являются потенциальными источниками информации о глубине[2].

К трем годам дети уже привыкают к тому, что свет падает сверху, и на основании освещенности умеют отличать выпуклости от вогнутостей (т.е. возвышения от углублений)[3]. Более того, цыплята, подобно людям, реагируют на раздражители так, как будто они освещены светом, падающим сверху, и эта реакция по-

[2] См.: *Berbaum K., Bever T., Chung C.S.* Light source position in the perception of object shape // Perception. 1983. Vol. 72. P. 411—416; *Berbaum K., Bever T., Chung C.S.* Extending the perception of shape from known to unknown shading // Perception. 1984. Vol. 13. P. 479—88; *Berbaum K., Tharp D., Mroczek K.* Depth perception of surfaces in pictures: Looking for conventions of depiction in Pandora's box // Perception. 1983. Vol. 12. P. 5—20.

[3] См.: *Benson C., Yonas A.* Development of sensitivity to static pictorial depth information // Perception & Psychophysics. 1973. Vol. 73. P. 361—366; *Yonas A., Kuskowski M., Sternfels S.* The roles of frame of reference in the development of responsiveness to shading information // Child Development. 1979. Vol. 50. P. 495—500.

зволяет предположить, что если их способность интерпретировать затененность и освещенность как пространственный признак не является врожденной, то уж во всяком случае, развивается на очень ранних стадиях филогенеза[4].

Искусство Вермеера — пример мастерского использования светотени для создания эффекта глубины на плоской поверхности.



Рис. 3. Затененность и форма

Верхний ряд — фотография нескольких знакомых и незнакомых (трехмерных) объектов, затененность которых способствует распознаванию их формы. Нижний ряд — три рисунка, показывающих, что изменение взаимного расположения освещенных и затененных участков оказывает заметное влияние на восприятие формы объекта. На всех трех рисунках изображен один и тот же предмет. Тень на центральном рисунке подчеркивает выпуклость, однако, как следует из правого рисунка, тот же самый контур, но с другим расположением светотени, воспринимается как впадина, или кратер. (Верхний рисунок предоставлен Харви Шиффманом, нижний взят из работы[5])

Затененность и форма. Правильная интерпретация наблюдаемой затененности и освещенности поверхности может также явиться источником информации о *форме* объектов[6]. Как правило, если трехмерный объект освещен светом

---

[4] См.: *Hershberger W.* Attached-shadow orientation perceived as depth by chickens reared in an environment illuminated from below // Journal of Comparative and Physiological Psychology. 1970. Vol. 73. P. 407—411.

[5] См.: *Wyburn G.M., Pickford R.W., Hirst R.J.* Human senses and perception. Toronto: University of Toronto Press, 1964.

[6] См.: *Berbaum K., Bever T., Chung C.S.* Extending the perception of shape from known to unknown shading // Perception. 1984. Vol. 13. P. 479—88; *Kleffner D.A., Ramachandran V.S.* On the perception of shape from shading // Perception & Psychophysics. 1992. Vol. 52. P. 18—36.

от единственного источника, взаимное расположение затененных и освещенных участков подчиняется определенным общим закономерностям. Поскольку те поверхности, которые расположены ближе к источнику света, оказываются наиболее освещенными, форма объекта влияет на чередование освещенных и затененных участков. В результате этого поверхности, обращенные к источнику света, кажутся светлее, а противоположные им — темнее (рис. 3).

Кроме того, характер распределения света и тени на объекте способствует восприятию свойств его поверхности. Так, постепенный переход от света к тени может быть признаком ее искривления, а внезапный, резкий переход от света к тени — свидетельством таких изменений, как острый край или угол. Затененность является основным источником пространственной информации. Возможно, следует согласиться с Клеффнером и Рамачандраном, которые полагают, что есть специальные нейроны, «вычленяющие» из затененности информацию о форме[7].

Элевация

Как правило, линия горизонта располагается в поле зрения выше (по вертикали), чем передний план. Соответственно если в поле зрения наблюдателя на разной высоте находятся два объекта и ему кажется, что они оба лежат *ниже*

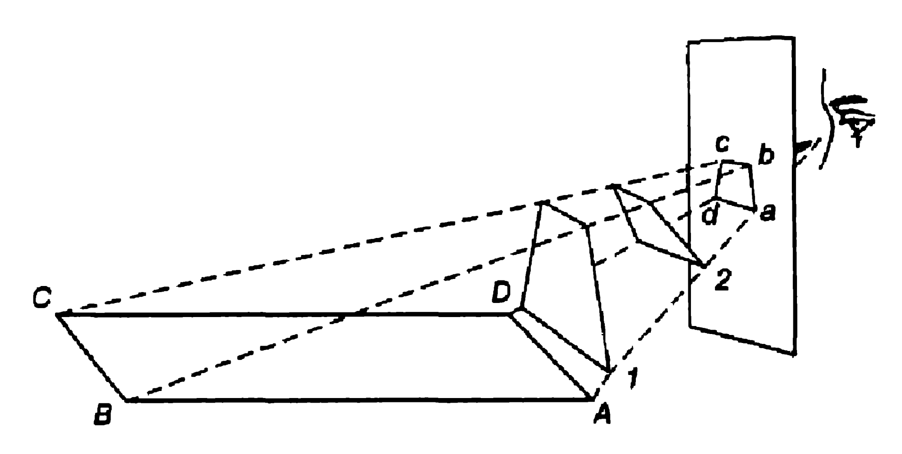


Рис. 4. Изображение прямоугольника представлено на плоскости картины в перспективе

Двухмерная проекция прямоугольника *ABCD* представлена на плоскости картины в виде трапеции *abcd*. Расстояния, отделяющие наиболее удаленные друг от друга элементы прямоугольника (сегмент ВС), при проецировании на плоскость уменьшаются (*bc*). Обратите внимание на то, что поскольку глаз воспринимает стимул как двухмерный (что и показано на плоскости картины), ретинальные изображения неограниченного числа трехмерных форм (формы 1, 2 и т.д.) будут одинаковыми[8]

[7] См.: *Kleffner D.A., Ramachandran V.S.* On the perception of shape from shading // Perception & Psychophysics. 1992. Vol. 52. P. 18—36.

[8] См.: *Hochberg J.E.* Perception. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1964.

линии горизонта, то более удаленным ему будет казаться тот объект, который располагается выше. *Элевация* (иногда также называемая *высотой расположения в поле зрения)* может играть определенную роль в восприятии как относительной, так и абсолютной удаленности. Она также выступает и в качестве пространственного признака, когда речь идет о восприятии плоскостных изображений, создатели которых стремились передать эффект глубины[9].



Рис. 5. Быть может, самая известная и поразительная особенность линейной перспективы — кажущееся схождение параллельных железнодорожных рельсов. Расстояние между рельсами одинаково на всем их протяжении, но соответствующие сетчаточные изображения, а следовательно, и кажущиеся расстояния между уходящими вдаль рельсами, уменьшаются

Линейная перспектива

Восприятие глубины на основании плоскостного изображения в значительной мере облегчается за счет использования *линейной перспективы* (нередко называемой просто *перспективой)*. Линейная перспектива предполагает планомер-

[9] См.: *Berbaum K., Tharp D., Mroczek K.* Depth perception of surfaces in pictures: Looking for conventions of depiction in Pandora's box // Perception. 1983. Vol. 12. P. 5—20.

ное уменьшение величины удаленных предметов и расстояний между ними. Изображение объемной сцены претерпевает такое же превращение, как и при проецировании на сетчатку (рис. 4).

Типичный пример линейной перспективы — железнодорожные рельсы — представлен на рис. 5.

Хотя рельсы параллельны, кажется, что вдали они сходятся в некой точке, которая называется *точкой схода*. Другой пример сходящихся в перспективе параллельных линий представлен на рис. 6.

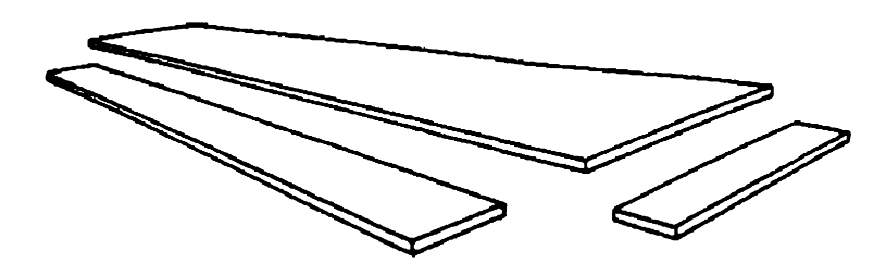


Рис. 6. Доски, нарисованные в перспективе

Более удаленные от наблюдателя концы досок кажутся уже, хотя доски имеют прямоугольную форму и их ширина одинакова по всей длине

Обратите внимание на то, что более удаленные концы досок кажутся уже. Художественное впечатление от линейной перспективы, использованной необычным образом, иллюстрируется рис. 7.

История линейной перспективы как приема, используемого в изобразительном искусстве, противоречива. В настоящее время общепризнано, что создателем теории линейной перспективы был живший в XV в. итальянский скульптор и архитектор Брунеллески[10], а его последователь Альберти придал ей формальную завершенность[11].

Градиент текстуры

Многим естественным (покрытым травой или деревьями) и искусственным (дорогам, полам, тканям) поверхностям свойственна определенной формы микроструктура, обычно воспринимаемая как зернистость, или текстура. Согласно представлениям Гибсона[12], плотность подобных текстур изменяется непрерывно, т.е. поверхностям присущ определенный *градиент* текстуры, который в зависимости от физического взаиморасположения этих объектов и поверхно-

[10] См.: *Janson H.W.* History of art. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1962; *Lynes J.A.* Brunelleschi's perspective reconsidered // Perception. 1980. Vol. 9. P. 87—99.

[11] См.: *Fineman M.B.* The inquisitive eye. N.Y.: Oxford University Press, 1981; *Kubovy M.* Overview // Handbook of perception and human performance. Vol. II: Cognitive processes and performance / K.R. Boff, L. Kaurman, J.P. Thomas (Eds.). N.Y.: Wiley, 1986.

[12] См.: *Gibson J.J.* The perception of the visual world. N.Y.: Houghton Mifflin, 1950.

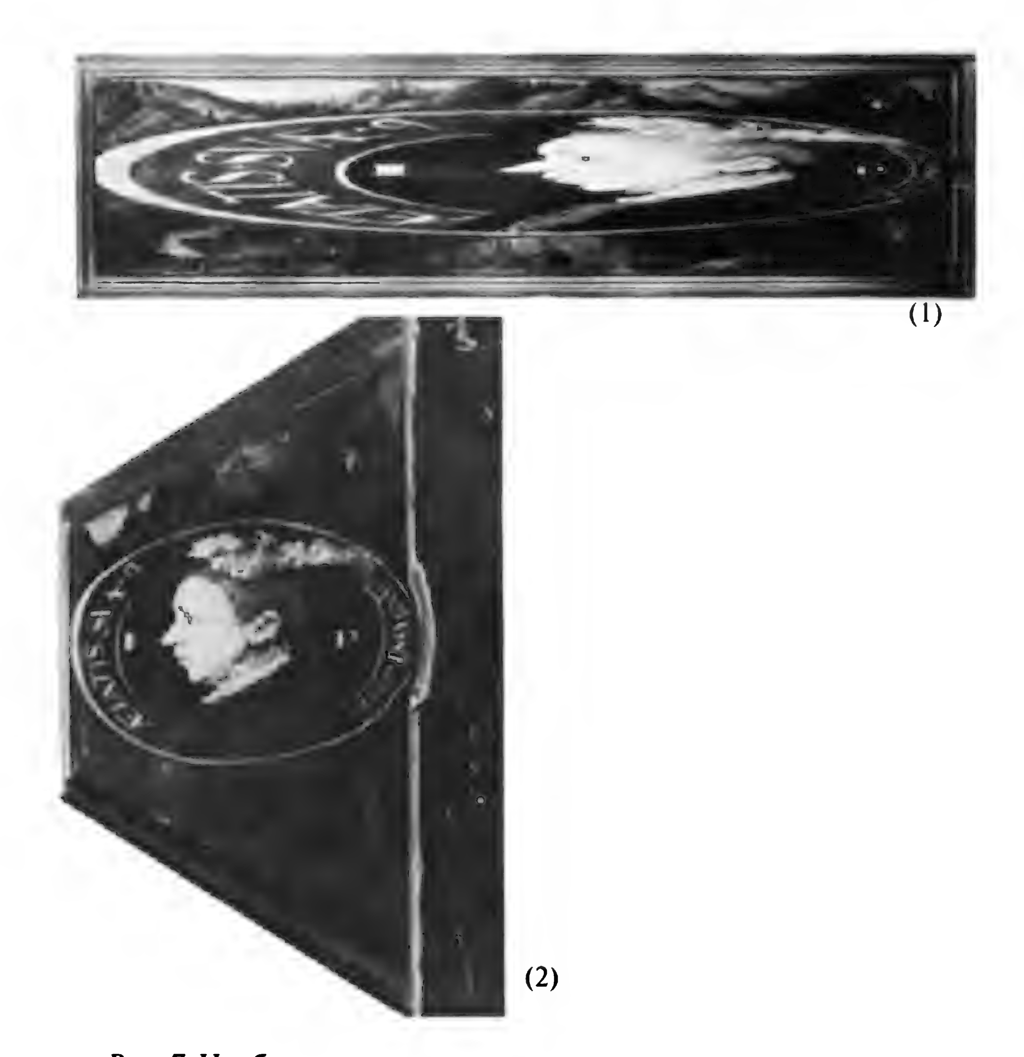


Рис. 7. Необычное использование перспективы художником

(1). Портрет Эдуарда VI исполнен в XVI в. Уильямом Скротсом с нарушением закона перспективы. Если смотреть на него сбоку, через выемку в раме, искажение устраняется (2). Вы сами сможете добиться аналогичного эффекта, если приподнимите край страницы и посмотрите на портрет сбоку

стей определяет структуру отражаемого ими оптического потока. Иначе говоря, когда мы смотрим на какую-либо текстурированную поверхность, по мере ее удаления от нас ее текстура начинает казаться более тонкой, а образующие ее элементы — относительно мелкими и теснее примыкающими друг к другу, или *более уплотненными.* Точно так же, как и в случае с линейной перспективой, кажущаяся величина элементов и промежутков между ними с увеличением расстояния уменьшается. В соответствии с этим восприятие такой текстурированной поверхности, как природный ландшафт, дает возможность достаточно надежно оценить удаленность[13].

[13] См.: *Sinai M.J., Ooi T.L., Zijiang J.H.* Terrain influences the accurate judgment of distance // Nature. 1998. Vol. 395. P. 497—500.

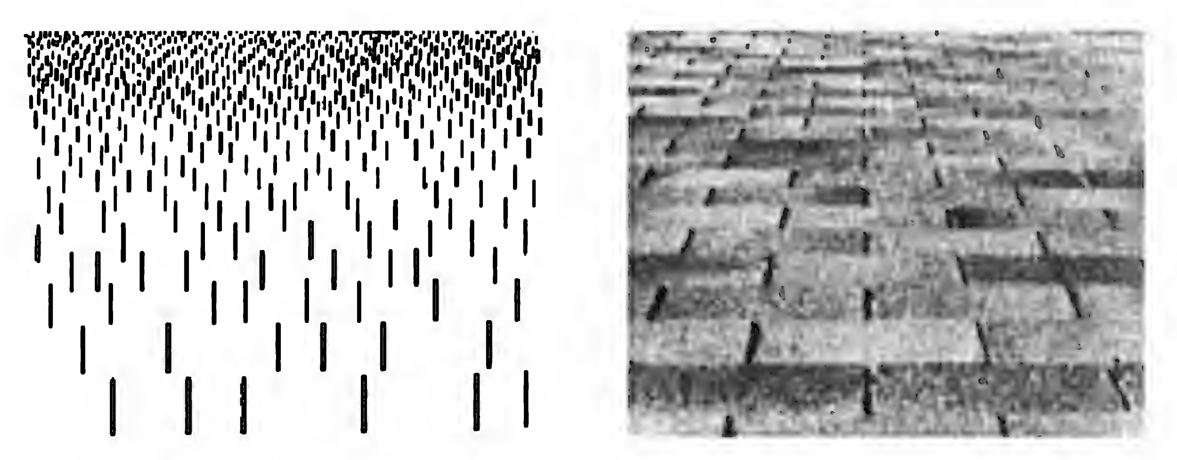


Рис. 8. Примеры градиентов текстуры. Эти градиенты создают впечатление глубины или удаленности на плоской поверхности

На основании информации о текстуре таких плоских поверхностей, как на фотографиях, можно также судить о глубине и удаленности[14]. Сказанное иллюстрирует рис. 8, на котором представлены два примера изменений текстуры, называемых *градиентом текстуры*. Градиент, или постепенное изменение величины, формы или пространственного расположения элементов, образующих паттерн текстуры, дает нам информацию об удаленности.

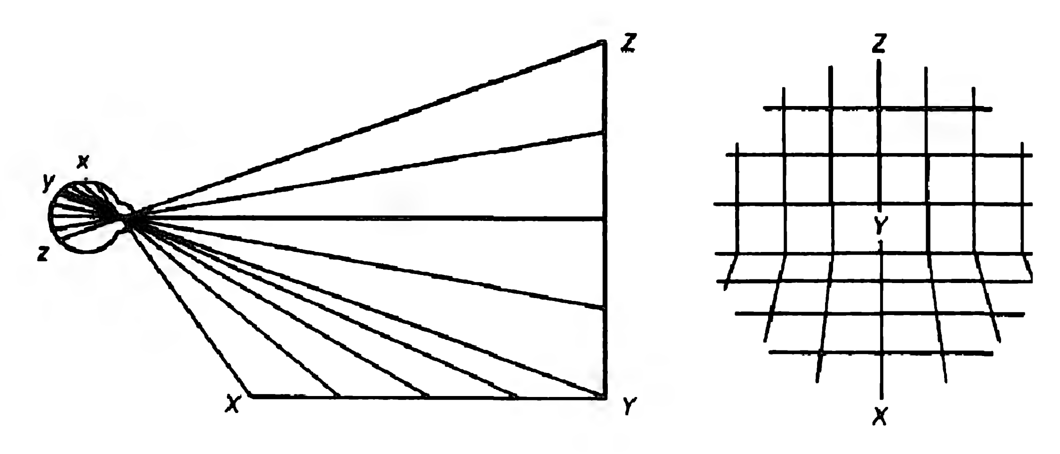


Рис. 9. Два вида оптических проекций лонгитюдной и фронтальной поверхностей: *А* — текстура ретинальной проекции *xy, лонгитюдной поверхности XY* имеет определенный градиент, и образующие ее элементы изменяются от более крупных и грубых до более мелких и тонких. Ретинальное изображение *yz* фронтальной поверхности *YZ*, находящейся прямо перед наблюдателем, *изоморфно*; *Б* — второй вид оптических проекций поверхностей *XY* и *YZ*. Проекция текстуры поверхности *XY*, имеющей определенный градиент, воспринимается как «пол»; проекция изоморфной текстуры поверхности *YZ* воспринимается как «стена»[15]

[14] См.: *Gibson J.J., Bridgeman B.* The visual perception of surface texture in photographs // Psychological Research. 1987. Vol. 49. P. 1—5; *Todd J.T., Akerstrom R.A.* Perception of three-dimensional form from patterns of optical texture // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 1987. Vol. 13. P. 242—255.

[15] См.: *Gibson J.J.* The perception of the visual world. N.Y.: Houghton Mifflin, 1950.

На рис. 9 *А* показано изменение текстуры *xy* — проекции на сетчатке лонгитюдной поверхности *XY*: вблизи *x* располагаются более крупные, четко выраженные элементы, а вблизи *y* — более тонкие, плотнее примыкающие друг к другу элементы. Благодаря градиенту текстуры, отраженному в образе на сетчатке, наблюдателю кажется, что он смотрит на удаляющуюся поверхность.

Глаз воспринимает изменение текстуры поверхности *XY* как происходящее с постоянной скоростью. Ретинальное изображение фронтальной поверхности *YZ*, перпендикулярной направлению взгляда, отличается от проекции поверхности *XY*: она не имеет градиента текстуры, т.е. изоморфна, поскольку все элементы находятся на равном удалении от глаза. Следовательно, паттерн *YZ*, которому соответствует изображение на сетчатке *yz* (рис. 9 *А*), воспринимается как «стена», перпендикулярная паттерну *XY* — «полу» (рис. 9 *Б*).

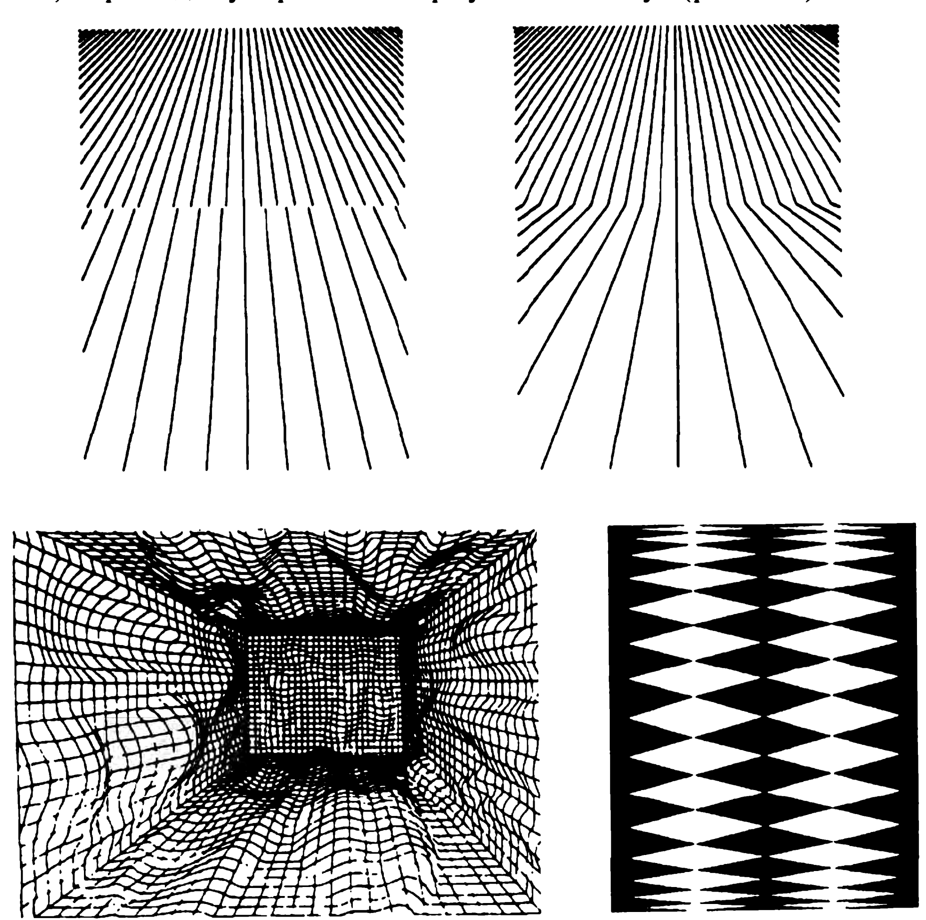


Рис. 10. Примеры кажущейся глубины, создаваемой постоянным и переменным градиентами текстуры

Изменение градиентов текстуры обозначает зрительно воспринимаемый обрыв *А* и угол *Б*. Изменение градиента текстуры усиливает впечатление кажущейся глубины «сетчатой» или «проволочной» комнаты *В*. Незначительные изменения текстуры помогают идентифицировать эту форму как закругленную боковую поверхность барабана *Г*

Как следует из рис. 10, роль изменения текстуры в качестве источника зрительной информации настолько велика, что даже простые двухмерные рисунки создают иллюзию пространства.

Примеры, представленные на рис. 10, свидетельствуют о том, что и прерывистость текстуры, и ее неравномерные изменения передают такие особенности поверхности, как искривленность, создают впечатление зрительного обрыва, а также являются источником информации о геометрии реальной поверхности объекта и ее наклоне относительно фронтальной линии наблюдателя.

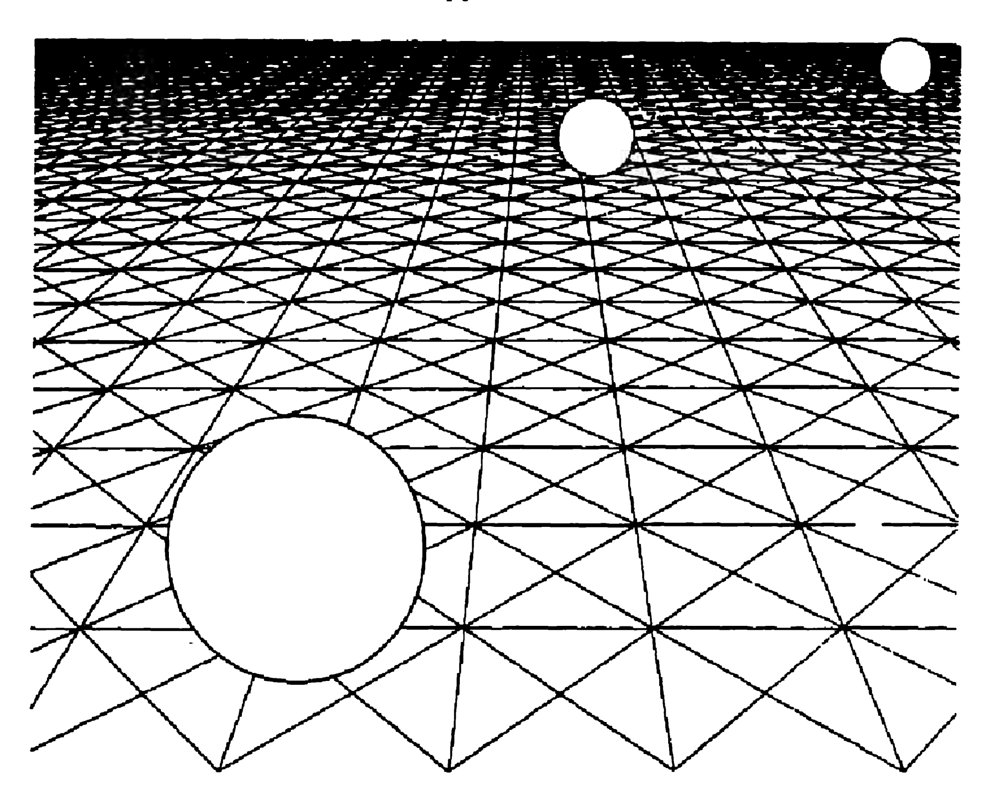


Рис. 11. Кажется, что диски расположены на разных фронтальных плоскостях

Поскольку они загораживают равное число текстурных единиц, кажется, что они равны по величине, но по-разному удалены от наблюдателя. Согласно представлениям Гибсона, это является следствием «правила равного числа элементов текстуры для равных участков поверхности»[16].

Градиент текстуры наряду с интерпозицией и линейной перспективой может быть полезен при оценке кажущихся размеров объектов. Найссер отмечает, что увеличение плотности текстуры ретинального изображения, соответствующее увеличению расстояния от наблюдателя до объектов, дает «шкалу» для оценки величины последних[17]. В идеальном случае, когда все элементы тек-

[16] См.: *Gibson J.J.* The ecological approach to visual perception. Boston: Houghton Mifflin, 1979; *Neisser U.* Processes of vision // Scientific American. 219. 1968. P. 204—205.

[17] См.: *Neisser U.* Processes of vision // Scientific American. Vol. 219. 1968. P. 204—205.

стуры идентичны, физически одинаковые объекты, загораживающие или покрывающие одинаковое число текстурных единиц (рис. 11), воспринимаются как равновеликие, хотя их ретинальные изображения отличаются по величине вследствие разной удаленности от наблюдателя.

Относительный размер

Признак удаленности, называемый *относительным размером*, применим в тех случаях, когда две похожие или идентичные формы разной величины рассматриваются одновременно или непосредственно одна за другой. В таких ситуациях больший по величине объект кажется расположенным ближе к наблюдателю[18]. То, что относительный размер действительно является признаком удаленности, показано на рис. 12.

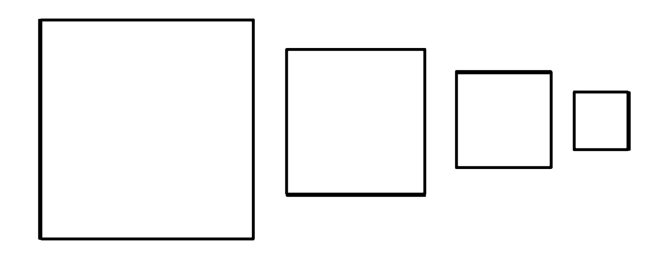


Рис. 12. Относительный размер

Изображения одинаковых по форме, но разных по величине объектов могут создать иллюзию глубины. Наблюдателю кажется, что большие по величине квадраты расположены ближе к нему, чем квадраты меньшего размера

Чтобы правильно интерпретировать этот признак удаленности, не требуется ни специального научения, ни опыта общения с объектами. Скорее можно сказать, что в некоторых ситуациях изображения объектов одинаковой формы, но разного размера, — вполне достаточные стимулы для того, чтобы возникло ощущение глубины.

Пикторальное (картинное) восприятие

Линейная перспектива, градиент текстуры и относительная величина — все это частные случаи проявления общего принципа геометрической оптики применительно к связи между изображением на сетчатке и расстоянием от наблюдателя до объекта: величина ретинального изображения пропорциональна расстоянию от наблюдателя до объекта. Непосредственным следствием совместного действия этих статических монокулярных признаков является то, что при увеличении расстояния от объекта до наблюдателя изображение объекта на сетчатке

18 См.: *Hochberg J.E.* Perception. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1964.

уменьшается. Будучи учтенным при создании плоских, двухмерных композиций, этот принцип легко позволяет создать впечатление глубины и удаленности. Использование в фотографии или в живописи статичных монокулярных признаков, описанных выше, — интерпозиции, затененности и линейной перспективы — делает возможным ***пикторальное (или картинное) восприятие*** — восприятие глубины на основе плоскостного изображения (рис. 13).



Рис. 13. Восприятие глубины

Для восприятия этой фотографии, сделанной с высоты птичьего полета, важны различные статичные монокулярные признаки. Благодаря, прежде всего, воздушной перспективе элементы городского пейзажа, расположенные на переднем плане, кажутся более резко очерченными и воспринимаются более отчетливо, чем элементы на заднем плане

Репродукция картины, представленная на рис. 14, тоже иллюстрирует восприятие глубины, но в ней представлена причудливая смесь пространственных признаков. Хотя некоторые из них использованы вполне корректно, другие, противоречащие друг другу признаки намеренно создают такие пространственные связи, которые в действительности невозможны.



Рис. 14. Гравюра Уильяма Хогарта «Искаженная перспектива» (1754) — пример сознательно неправильного использования художником некоторых статичных признаков глубины

Вторым фактором, способным влиять на восприятие глубины, является количество *деталей,* изображенных на картине. В реальной жизни чем дальше от нас находятся объекты, тем меньше деталей мы видим. Следовательно, и восприятие глубины на основании двухмерного изображения может быть усилено деталями предметов, которые кажутся лежащими на плоскости. Леонардо да Винчи называл градиент деталей картины «перспективой исчезновения» и считал, что «более удаленные от зрителя детали картины должны быть менее завершенными»[19]. Следовательно, коль скоро большая деталировка является признаком меньшего расстояния, художник может влиять на восприятие кажущейся удаленности, изменяя степень деталировки.

[19] См.: *Bloomer C.M.* Principles of visual perception. N.Y.: Van Nostrand Reinhold, 1976. P. 83.

Прием, успешно используемый для создания эффекта глубины на фотографиях и в компьютерной графике, называется *размывкой*. Разная степень размытости различных участков изображения является эффективным средством влияния на восприятие глубины[20]. Так, если один фрагмент композиции резко сфокусирован, а примыкающий к нему — размыт, зрителю будет казаться, что они лежат на разной глубине. Более конкретно эта мысль может быть выражена следующим образом: если между двумя участками проходит резкая граница, тот участок, который виден более отчетливо, кажется наблюдателю расположенным ближе к нему, а при размытой границе более близким будет казаться менее сфокусированный участок.

Восприятие глубины может быть усилено за счет подавления *плоскостных признаков,* т.е. за счет уменьшения объема информации о том, что зритель видит именно двухмерное изображение. Например, если смотреть на плоскую картину через свернутый в трубку лист бумаги, не только исключается влияние рамы картины, но и менее заметными становятся признаки того, что картина — плоская поверхность. При этом значительно усиливается впечатление объемности, глубины того, что изображено на полотне[21]. Как правило, *все,* что уменьшает впечатление от картины как от плоскостного, двухмерного изображения, усиливает восприятие заложенной в ней информации о глубине.

Описанные в этом подразделе пикториальные признаки — статические и монокулярные признаки, создающие эффект глубины на двухмерной, плоской поверхности. Восприятию глубины также способствуют и некоторые важные монокулярные источники информации о движении. Однако в отличие от статических признаков эти монокулярные признаки не могут быть представлены в двумерных изображениях. К ним относятся *монокулярный параллакс движения, естественная перспектива* и *аккомодация.*

Монокулярный параллакс движения

Монокулярный параллакс движения (от греческого слова *paralaxis* — перемена, изменение) — это монокулярный источник информации о глубине и взаимном расположении объектов в поле зрения, возникающий в результате перемещения наблюдателя или объектов. Более точное определение монокулярного параллакса движения таково: параллакс движения — это изменения во взаимном расположении ретинальных изображений объектов, лежащих на разном удалении от наблюдателя, вызванные поворотом его головы. Когда наблюдатель фиксирует свой взгляд на какой-нибудь точке, находящейся в поле зрения, а

[20] См.: *Mather G.* Image blur as a pictorial depth cue // Proceedings of the Royal Society of London. B. 1996. Vol. 263. P. 169—172; *Mather G.* The use of image blur as a depth cue // Perception. 1997. Vol. 26. P. 1147—1158.

21 См.: *Schlosberg H.* Stereoscopic depth from single pictures // American Journal of Psychology. 1941. Vol. 54. P. 601—605.

его голова совершает движение (пусть даже незначительное), ему начинает казаться, что объекты, лежащие ближе точки фиксации, перемещаются быстрее, чем более удаленные объекты. Короче говоря, ему кажется, что более близко расположенные предметы перемещаются быстрее, нежели более удаленные.

Кроме того, кажущееся направление движения близко расположенных объектов отличается от кажущегося направления движения удаленных объектов. Наблюдателю кажется, что объекты, расположенные ближе точки фиксации взгляда, перемещаются в направлении, противоположном направлению движения его головы, а направление движения объектов, лежащих за точкой фиксации, совпадает с направлением движения его головы. Следовательно, и относительная скорость, и направление воспринимаемого движения зависят от местоположения точки фиксации взгляда наблюдателя. Вместе эти параметры являются постоянно действующим источником информации о взаимном расположении объектов в поле зрения.

На рис. 15 схематически представлено изменение относительной скорости перемещения на сетчатке изображений близко расположенного (квадрат) и удаленного (круг) объектов при движении глаз справа (позиция 1) налево (позиция 2).

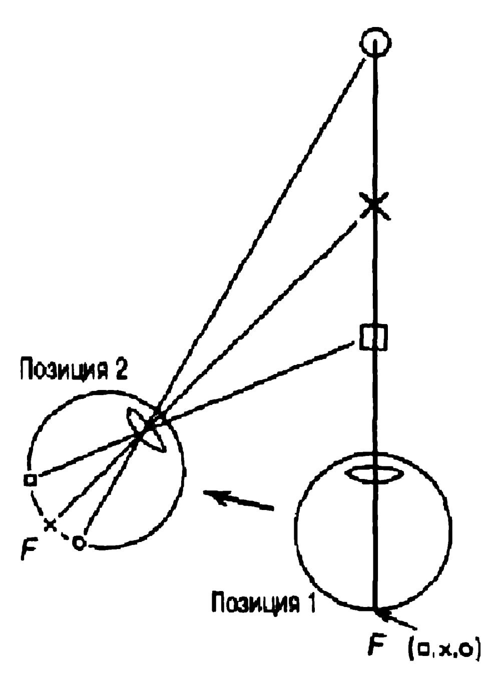


Рис. 15. Схема параллакса движения, описание см. в тексте

Когда глаза находятся в позиции 1, взгляд зафиксирован на точке *X*. Квадрат лежит перед точкой фиксации *X*, а круг — позади нее. Однако когда глаза слегка поворачиваются влево, с позиции 1 в позицию 2 (направление движения указано стрелкой), изображения близко расположенного квадрата и удаленного круга перемещаются по сетчатке на разные расстояния, а именно: если взгляд

зафиксирован на *X*, при движении глаз влево, на позицию 2, образ более близко расположенного квадрата проделает несколько больший путь по поверхности сетчатки, чем образ более удаленного круга. Как показано на рис. 15 (позиция 2), расстояние на сетчатке между образами точки фиксации *X* и квадрата больше, чем расстояние между образами *X* и круга. Следовательно, даже при незначительном изменении положения глаз изображение более близко расположенного объекта смещается по сетчатке на большее расстояние, в результате чего и перемещается в пределах поля зрения наблюдателя быстрее, чем удаленный объект. К тому же благодаря движению глаз образы близко расположенного и удаленного объектов перемещаются в разных направлениях (относительно точки фиксации взгляда *X*). Наблюдателю, зрение которого благодаря оптическим свойствам хрусталика приспособлено к «перевернутым» сетчаточным изображениям, кажется, что более близко расположенные предметы перемещаются в направлении, противоположном направлению движения глаз, а более удаленные — в том же направлении.

Хотя параллакс движения и кажется сложным признаком, на самом деле он — тривиальный источник информации о взаимном расположении объектов в пространстве, когда перемещаются наблюдатель или/и объекты. Он проявляется также и в ситуациях, когда голова наблюдателя относительно непод-

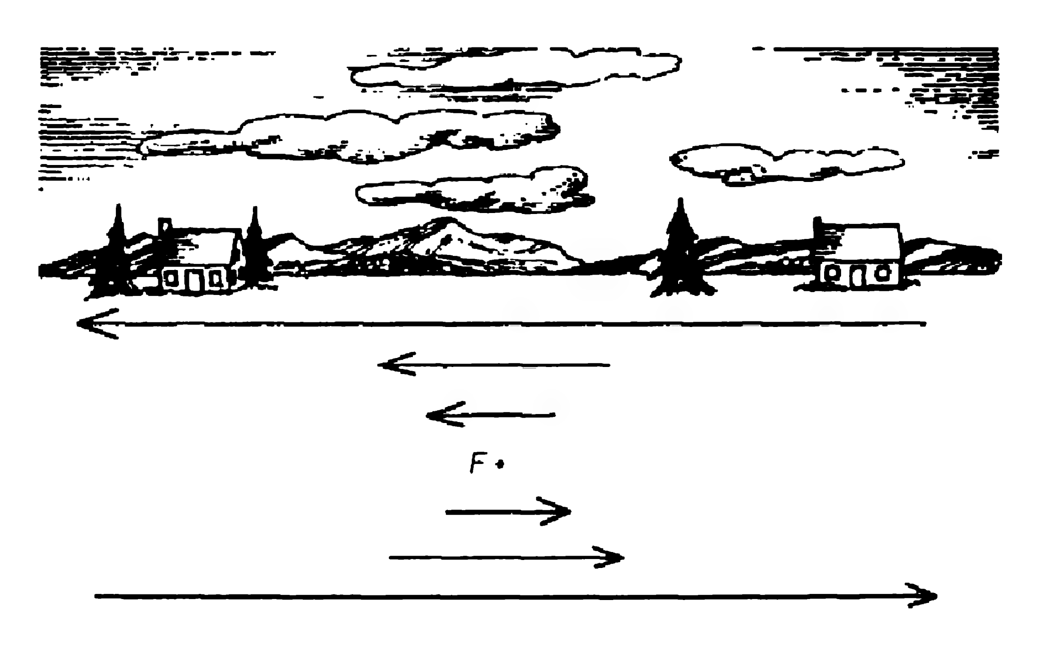


Рис. 16. Схема параллакса движения

Если при движении влево наблюдатель фиксирует взгляд на точке F, ему кажется, что более близко расположенные объекты перемещаются вправо, а более удаленные — влево. Длина стрелок отражает тот факт, что увеличение кажущейся скорости перемещения объектов в поле зрения прямо пропорционально их расстоянию от точки фиксации взгляда[22]

[22] См.: *Gibson J.J.* The perception of the visual world. N.Y.: Houghton Mifflin, 1950.

вижна, а окружающие объекты словно проносятся мимо, например при езде в автомобиле. Параллакс движения в подобных условиях схематически представлен на рис. 16.

На рисунке изображено кажущееся перемещение окружающих объектов, когда наблюдатель смотрит на них из окна движущегося автомобиля. Если автомобиль едет влево, то наблюдателю, фиксирующему свой взгляд на точке *F*, кажется, что более близко расположенные объекты перемещаются вправо, в направлении, ***противоположном*** его движению, а объекты, расположенные позади точки фиксации взгляда, перемещаются влево, т.е. в ***том же*** направлении, что и он сам. Кроме того, объекты, расположенные на разных расстояниях от точки фиксации взгляда, перемещаются с разными скоростями. Воспринимаемая скорость движения объектов тем меньше, чем ближе к точке фиксации взгляда *F* лежит объект (на рисунке это отражено длиной стрелок).

Экспериментальное подтверждение:
Параллакс движения

Существование параллакса движения легко доказать следующим образом. Закройте один глаз и расположите на линии взгляда один за другим два предмета, например два пальца, так, чтобы один был ближе к вам примерно на 10 дюймов (около 25 *см*), чем другой. Если, зафиксировав взгляд на более удаленном пальце, вы повернете голову, вам покажется, что палец, который ближе, перемещается в направлении, противоположном направлению движения головы. Если же вы зафиксируете взгляд на том пальце, который ближе, вам покажется, что более удаленный палец перемещается в том же направлении, что и ваша голова.

Параллакс движения — относительное кажущееся движение объектов в поле зрения — является важным источником информации о глубине и удаленности и особенно эффективен в тех случаях, когда речь идет о таких ситуациях, как восприятие объектов, выступающих на фоне объектов, находящихся на заднем плане. Как станет ясно из материала следующего раздела (при обсуждении ***зрительно воспринимаемого обрыва),*** параллакс движения используется многими видами животных (включая и насекомых[23]) как очень важный признак, помогающий им избегать всевозможных углублений и обрывов.

Динамическая перспектива

Паттерны оптического потока <...> являются еще одним источником информации о глубине и удаленности, получаемой за счет движения. Вспомните, что паттерны оптического потока, создаваемые движением по направлению к по-

---

[23] См.: *Srinivasan M.V.* Distance perception in insects // Current Directions in Psychological Science. 1992. Vol. 1. P. 22—26.

верхностям или параллельно им, дают информацию о скорости и направлении движения. В них также содержится информация об относительной *удаленности* объектов от движущегося наблюдателя. Дж.Дж. Гибсон назвал содержащийся в паттернах оптического потока источник информации о расстоянии, на котором находятся объекты, динамической перспективой *(motion perspective)*. Например, когда наблюдатель приближается к фронтальной поверхности, он благодаря изменяющейся перспективе может оценить взаимное расположение объектов по отношению к нему[24]. Это чувство знакомо всем: где бы вы ни шли, вам кажется, что объекты, расположенные ближе к вам, проносятся мимо быстрее, чем более удаленные, создавая на сетчатке последовательность «проплывающих» или стремительно «текущих» друг за другом изображений и тем самым снабжая вас надежной информацией об относительной удаленности.

Аккомодация

Аккомодация была описана нами <...> как механизм образования на сетчатке четкого изображения в результате фокусировки хрусталика ресничными мышцами, получающими соответствующий сигнал от окуломоторной, или глазодвигательной, мышцы. Поскольку аккомодация при фокусировке взгляда на близлежащих объектах отличается от аккомодации при его фокусировке на удаленных объектах, окуломоторные сигналы (т.е. степень сокращения мышцы) могут служить источником информации о положении в пространстве того объекта, за которым ведется наблюдение. Поскольку «настройка» хрусталика определяется расстоянием, на котором находится объект наблюдения, *аккомодация* также может служить источником информации о глубине и удаленности. Следует, однако, помнить, что возможности аккомодации как источника пространственной информации весьма ограничены. Оценить с помощью аккомодации глубину и удаленность можно лишь в том случае, если расстояние, отделяющее наблюдателя от объекта, не превышает 2 *м*.

Прежде чем перейти к обсуждению *бинокулярных* признаков, мы расскажем еще об одном, дополнительном, источнике информации, на этот раз — когнитивной природы, который также может вносить свой вклад в восприятие пространства, — о знакомом размере.

Знакомый размер

Когда мы смотрим на знакомые объекты, мы пользуемся не только их визуальными признаками глубины и расстояния, но и информацией невизуального характера, например, представлениями об их величине и форме, приобретен-

---

[24] См.: *Clocksin W.F.* Perception of surface slant and edge labels from optical flow: A computational approach // Perception. 1980. Vol. 9. P. 253—271; *McCleod R.W., Ross H.E.* Optic-flow

ными нами благодаря предшествующему опыту. Мы хорошо знаем размеры окружающих нас объектов и достаточно точно можем оценить их, основываясь на своих воспоминаниях. Хотя *знакомый размер* объекта и не является визуальным признаком глубины или удаленности в строгом смысле этого понятия, он может играть заметную роль в восприятии пространства, а вот ответить на вопрос, в какой мере мы используем подобную информацию, — непросто.

Результаты многих исследований свидетельствуют о том, что роль знакомого размера объекта в определении его кажущегося размера зависит, прежде всего, от условий, в которых ведется наблюдение. Возможно, что если суждения о размере знакомых объектов выносятся в обычных условиях наблюдения, при которых визуальные признаки четко выражены, информация о знакомом размере и не используется[25]. Когда же наблюдение за объектами проводится в неблагоприятных условиях, т.е. когда признаки затененности и освещенности, а также удаленности выражены слабо или вовсе отсутствуют, знание размеров объектов, другими словами *знакомый размер,* может иметь важное значение для решения вопроса об их габаритах[26]. Иначе говоря, информация о величине объектов, основанная на предшествующем знакомстве с их аналогами, используется тогда, когда визуальные признаки удаленности либо выражены недостаточно четко, либо вовсе отсутствуют.

При некоторых условиях привычный размер знакомого объекта влияет на восприятие его *удаленности*. В одном из своих опытов Эпштейн предъявлял испытуемым фотоизображения 10-, 25- и 50-центовых монет, которые, конечно, отличаются по величине, и это всем известно[27]. Однако втайне от испытуемых фотографии были трансформированы таким образом, что все монеты стали одинаковыми по величине, т.е. фотоизображение 10-центовой монеты было увеличено до размеров 25-центовой, а фотоизображение 50-центовой монеты уменьшено до того же размера. Фотографии предъявлялись испытуемым в условиях, при которых визуальные признаки были выражены нечетко (использование только одного глаза, тусклое освещение и т.д.). Когда все фотографии предъявлялись с одного и того же расстояния (проекции образов всех монет на сетчатку одинаковы по величине), наблюдатели говорили, что 10-центовая монета находится ближе, чем 50-центовая монета (первая увеличена по сравнению с привычным размером, а вторая — уменьшена). Подобные результаты

---

[25] См.: *Fillenbaum S., Schiffman H.R., Butcher J.* Perception of off-size versions of a familiar object under conditions of rich information // Journal of Experimental Psychology. 1965. Vol. 65. P. 298—303.

[26] См.: *Schiffman H.R.* Size-estimation of familiar objects under informative and reduced conditions of viewing // American Journal of Psychology. 1967. Vol. 80. P. 229—235.

[27] См.: *Epstein W.* The influence of assumed size on apparent distance // American Journal of Psychology. 1963. Vol. 76. P. 257—265; *Epstein W.* Varieties of perceptual learning. N.Y.: McGraw-Hill, 1967.

свидетельствуют о том, что при отсутствии достаточно четких визуальных признаков удаленности привычный размер знакомых объектов может влиять на суждение наблюдателя о том, на каком расстоянии они находятся[28].

Бинокулярные признаки

Монокулярные признаки дают богатую пространственную информацию, и на базе монокулярного зрения могут выполняться многие операции, успех которых зависит от зрения. Однако восприятие пространственной информации от некоторых источников требует активности обоих глаз. Некоторые функциональные и структурные аспекты бинокулярного зрения описаны нами в предыдущих главах. Сейчас мы приступаем к описанию *бинокулярных признаков* — тех видов пространственной информации, которые могут быть получены за счет восприятия окружающей обстановки обоими глазами.

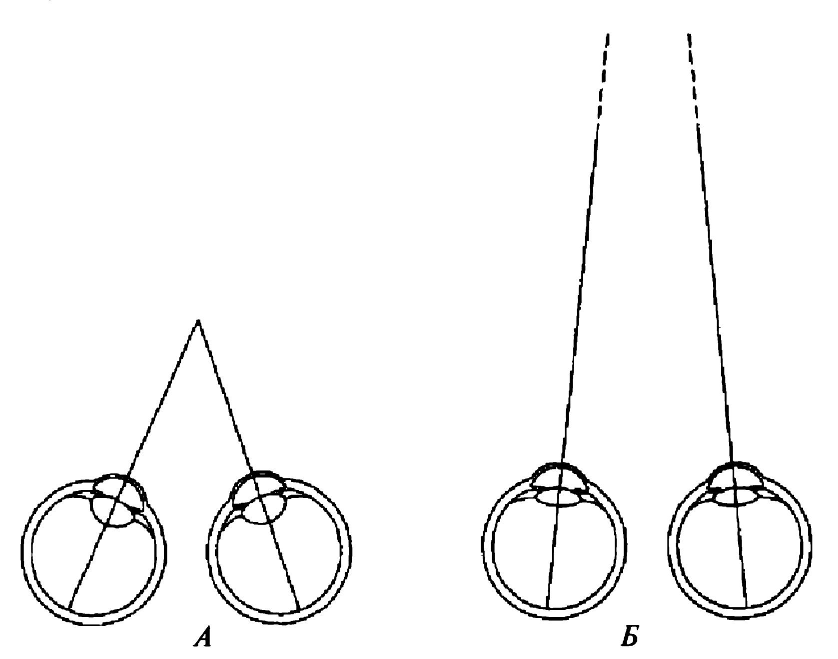


Рис. 17. Конвергенция глаз:

А — конвергенция глаз на близко расположенном объекте. Зрительные линии обоих глаз направлены внутрь; *Б* — конвергенция глаз на удаленном объекте. Зрительные линии обоих глаз практически параллельны. Аккомодация глаз в этих различных условиях наблюдения тоже различна. В первом случае, *А*, хрусталики выпуклые, что соответствует близкому зрению, во втором случае, *Б*, — относительно плоские

[28] См. также: *Fitzpatrick V., Pasnak R., Tyier Z.E.* The effect of familiar size at familiar distance // Perception. 1982. Vol. 11. P. 85—91; *Gogel W.C, DaSilva J.A.* Familiar size and the theory of off-sixed perceptions // Perception & Psychophysics. 1987. Vol. 41. P. 318—328.

Конвергенция

Конвергенцией называется тенденция глаз к сведению при скоординированной фиксации на объектах, расположенных вблизи от наблюдателя (рис. 17).

Объекты, расположенные далеко от наблюдателя, напротив, рассматриваются им таким образом, что линии взглядов обоих глаз практически параллельны. Поскольку конвергенция контролируется глазодвигательными мышцами, степень их напряженности может служить признаком глубины или удаленности: чем ближе объект, тем более они напряжены. Однако, как и аккомодация, конвергентные движения глаза в качестве источника информации о глубине или удаленности полезны только в тех случаях, когда речь идет об объектах, расположенных вблизи от наблюдателя.

Бинокулярная диспаратность

Как правило, животные с фронтально расположенными глазами, и в первую очередь хищники и приматы, обоими глазами видят относительно большую часть поля зрения. Однако в пределах области бинокулярного перекрывания два глаза получают несколько отличные друг от друга изображения одной и той же объемной композиции. На рис. 18 схематически представлено различие в восприятии одного и того же объекта двумя глазами.

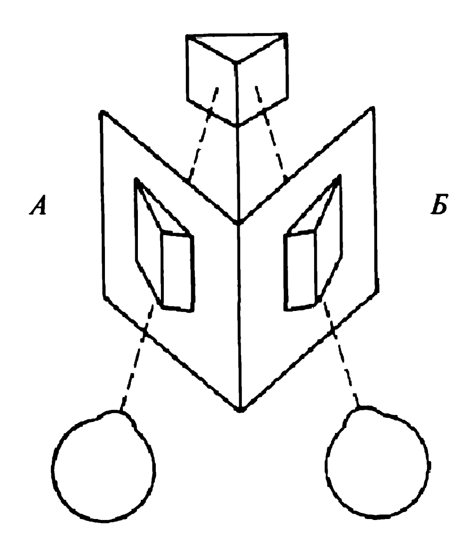


Рис. 18. Разное восприятие клина двумя глазами

Изображение трехмерного клина на сетчатке правого (*А*) и левого (*Б*) глаз

У человека это происходит потому, что его глаза удалены друг от друга примерно на 2—3 дюйма (около 5—8 *см*). В том, что два изображения немного отличаются друг от друга, легко убедиться, если рассматривать какой-либо находящийся поблизости объект поочередно каждым глазом. В зависимости от

местоположения точки фиксации взгляда поле зрения одного глаза несколько отличается от поля зрения другого (рис. 19).

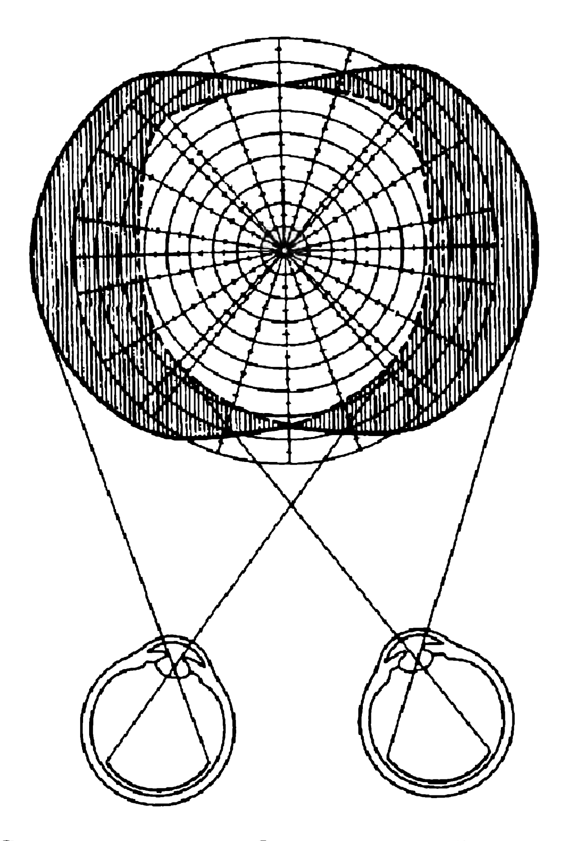


Рис. 19. Схематическое изображение полей зрения каждого глаза (заштрихованные участки) и области бинокулярного перекрывания (центральный белый участок).

Обратите внимание на то, что участок, видимый одним глазом, не совпадает полностью с участком, видимым другим глазом. Центральный белый участок — бинокулярное поле зрения

Эта разница между двумя ретинальными изображениями называется *бинокулярной диспаратностью* (или иногда — *бинокулярным параллаксом*). На рис. 20 изображено возникновение диспаратности в простых условиях, заключающихся в том, что наблюдатель рассматривает две линии, лежащие на разных расстояниях друг от друга.

Способность зрительной системы использовать информацию, являющуюся следствием бинокулярной диспаратности, для определения того, насколько один объект более удален от наблюдателя, чем другой, впечатляет. Возможна идентификация такой разницы в удаленности двух объектов, которая соответствует сетчаточной диспаратности, равной 1 *мк* (микрон — 0,001 *мм*)[29]. Иными словами, обнаруживается даже равная 1 *мк* разница в положении образа объекта

[29] См.: *Yellott J.I.* Binocular depth inversion // Scientific American. 1981. Vol. 245. P. 148—159.

на левой и правой сетчатках. Если учесть, что ширина колбочек центральной ямки колеблется от 0,003 до 0,008 *мм*, это означает, что зрительная система может надежно обнаруживать сетчаточные диспаратности, которые значительно меньше диаметра большинства фоторецепторов сетчатки!

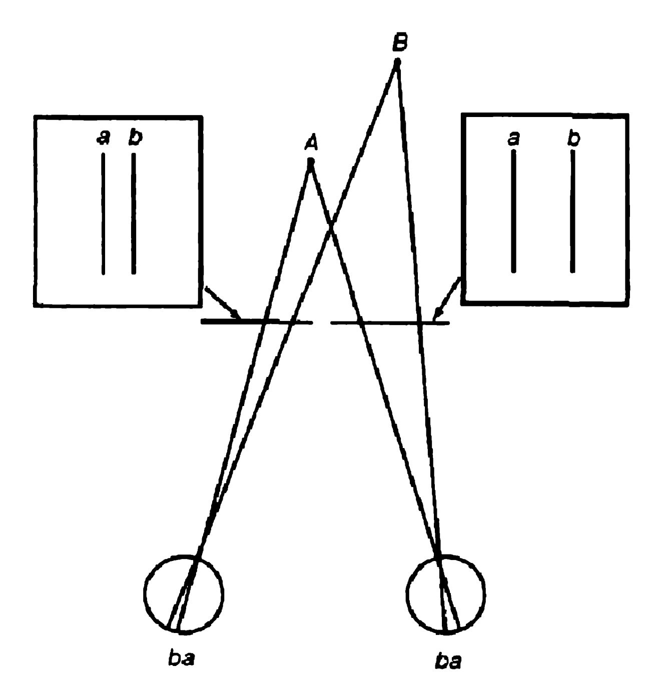


Рис. 20. Восприятие относительного расстояния между двумя объектами на основании информации, являющейся следствием бинокулярной диспаратности

Как следует из проекций, представленных в двух квадратах, восприятие относительного расстояния между двумя линиями является следствием небольшой диспаратности расстояний между изображениями линий на сетчатке правого и левого глаза (т.е. расстояний между *a* и *b*). На сетчатке правого глаза расстояние между изображениями линий больше. Иными словами, расстояние *ba* на сетчатке правого глаза больше, чем расстояние *ba* на сетчатке левого глаза. Разница между этими расстояниями определяет степень бинокулярной диспаратности. Общее правило таково: чем больше расстояние между объектами, тем больше и диспаратность

Описанный ниже эксперимент доказывает, что бинокулярная диспаратность придает бинокулярному зрению необыкновенную ценность.

Экспериментальное подтверждение:
Оценка глубины на основании бинокулярной диспаратности

Рассмотрим на практическом примере, с какой точностью можно оценить глубину на основании бинокулярной диспаратности. Если вы возьмете два каких-либо вертикальных предмета, например, два карандаша, по одному в каждую руку и будете держать их на расстоянии вытянутой руки, причем один из них будет

на 1 *мм* ближе к вам, чем другой, вы сможете определить даже такую незначительную разницу. Роль бинокулярной диспаратности станет очевидной, если, выполняя этот эксперимент, вы закроете один глаз. Вы сразу же поймете, что оставшихся в вашем распоряжении монокулярных признаков недостаточно для того, чтобы обнаружить разную удаленность от вас двух карандашей. Чтобы понять, насколько важна бинокулярная диспаратность, достаточно, прикрыв один глаз, попытаться вдеть нитку в иголку.

Корреспондирующие точки сетчаток и гороптер

Более глубокий анализ диспаратности как источника информации о глубине и расстоянии может быть сделан на основе некоторых фундаментальных принципов физиологической оптики. Когда взгляд зафиксирован на небольшом объекте, его сетчаточное изображение проецируется на центральные ямки обеих сетчаток. Однако будет виден только один объект, поскольку оба глаза сконвергированы на нем, и объект проецируется на идентичные, или *корреспондирующие,* участки обеих сетчаток. Это значит, что если можно было бы совместить две сетчатки со спроецированными на них изображениями так, чтобы совпали обе центральные ямки, то совпали бы и оба изображения объекта, на котором зафиксирован взгляд. Участки сетчаток, идентичные для обоих глаз, называются *корреспондирующими точками сетчаток.*

Сетчаточные образы тех объектов, на которых взгляд не фиксируется, но которые находятся примерно на том же расстоянии от наблюдателя, что и объект, на котором зафиксирован его взгляд, тоже будут проецироваться на идентичные, или корреспондирующие, точки обеих сетчаток. Эти образы будут «слиты» друг с другом, и каждому объекту будет соответствовать его сингулярное видение. Для каждого расстояния от наблюдателя до объекта и степени конвергенции существует определенный ряд пространственных точек, проецируемых на корреспондирующие места обеих сетчаток. Объект, лежащий в любой из этих пространственных точек, виден в единственном числе и воспринимается наблюдателем как лежащий на том же расстоянии от него, что и тот объект, на котором зафиксирован его взгляд. Если мы графически обозначим все эти точки пространства, соответствующие объектам, воспринимаемым при одной и той же фиксации взгляда и конвергенции, которые проецируются на корреспондирующие точки сетчатки, то получим поверхность, называемую *гороптер* (рис. 21).

Гороптер — это воображаемая, или виртуальная, проходящая через точку фиксации взгляда искривленная поверхность, проекции всех точек которой попадают на корреспондирующие точки сетчаток обоих глаз и вызывают образы единичных объектов. Однако объекты, не лежащие на гороптере, соответствующем определенному положению глаз, вызывают, как правило, *диплопию,* или двойное видение, поскольку они стимулируют диспаратные, или *некорреспондирующие, точки сетчатки.* <...>

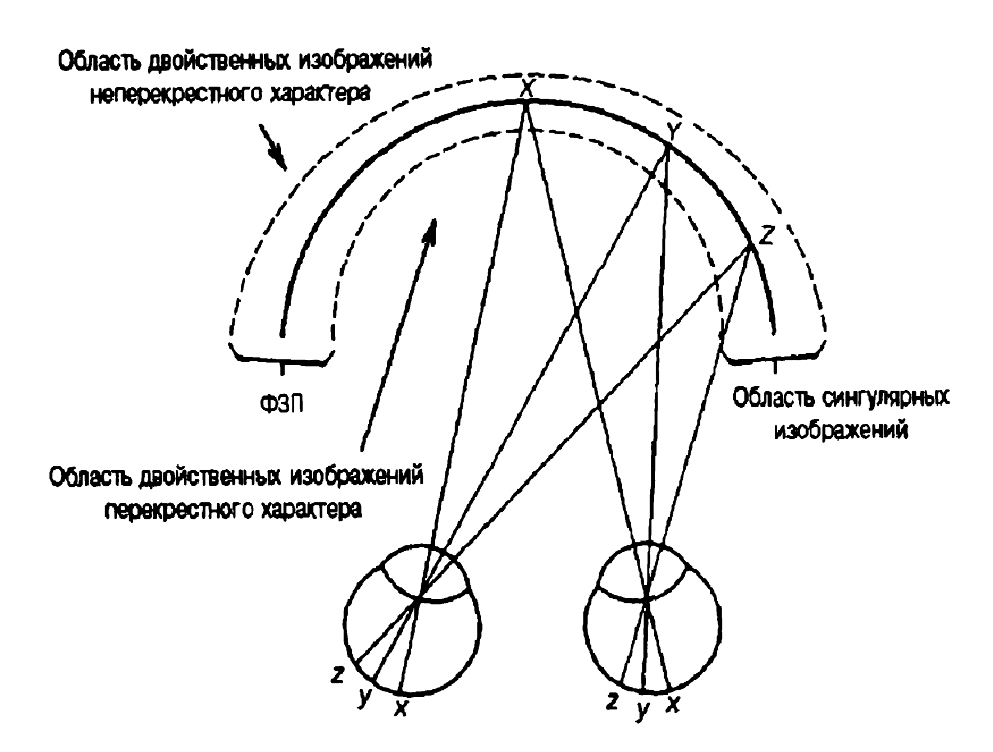


Рис. 21. Гороптер и фузионная зона Панума (ФЗП), соответствующие определенному положению глаз

Гороптер представляет собой воображаемую поверхность, являющуюся совокупностью точек пространства, изображения которых проецируются на корреспондирующие точки сетчаток и вызывают впечатление единичного объекта. Так, изображения точек *X, Y* и *Z* проецируются на корреспондирующие точки обеих сетчаток, и каждая из них воспринимается как сингулярный объект. Несмотря на то, что образы точек пространства, лежащих внутри ФЗП, не попадают на корреспондирующие точки сетчаток, эти образы тоже будут сливаться, и точки будут восприниматься как единичные объекты. Пространственные точки, не лежащие на гороптере (и не вписывающиеся в границы ФЗП), будут восприниматься двоящимися. Объекты, расположенные дальше точки фиксации взгляда (т.е. дальше, чем гороптер и ФЗП), воспринимаются в виде двоящихся образов неперекрестного характера (см. ниже), а объекты, расположенные ближе гороптера и ФЗП, — в виде двоящихся образов перекрестного характера. Гороптер и связанная с ним ФЗП зависят от расстояния до объекта фиксации взгляда и от степени конвергенции глаз, так что разным положениям глаз соответствуют разные гороптеры и разные ФЗП

Исключением из этого общего правила являются те некорреспондирующие точки сетчаток, на которые проецируются сетчаточные образы точек пространства, лежащих в пределах узкой полосы, окружающей гороптер. Этот участок, показанный на рис. 21, называется *фузионной зоной Панума (ФЗП)* (по имени датского физиолога, который первым указал на его важность). Пространственные точки, стимулирующие некорреспондирующие точки сетчаток, но лежащие внутри ФЗП, тоже сливаются в сингулярный образ. Иными словами, ФЗП

представляет собой небольшую зону, окружающую гороптер, соответствующий совершенно определенному расстоянию между объектом и наблюдателем, ретинальные изображения точек которой воспринимаются слитно, хотя им и присуща некоторая диспаратность. Пространственные стимулы, располагающиеся внутри ФЗП, воспринимаются как единичные объекты, которые кажутся наблюдателю лежащими на несколько ином расстоянии от него, чем объект, на котором зафиксирован его взгляд. <...>

Эффект двойного видения, которое является результатом стимулирования некорреспондирующих точек сетчаток, может быть продемонстрирован следующим образом.

Экспериментальное подтверждение: Двойное видение и бинокулярная диспаратность

Возьмите в руки два предмета и держите их так, как показано на рис. 22. Зафиксировав взгляд на более близко расположенном предмете, вы одновременно увидите его в одиночном виде и более удаленный предмет — в двойном. Это связано с тем, что образ более близко расположенного предмета проецируется на корреспондирующие точки центральных ямок *(F)* обоих глаз, а образ более удаленного предмета — на некорреспондирующие точки обеих сетчаток. На рис. 22 сплошными линиями обозначен свет, отражающийся от обоих предметов, а пунктирными — направления проецирования изображений более удаленного предмета, свидетельствующие о том, что он дает два отдельных образа, в результате чего и воспринимается в двойном виде. <...> Однако — это на рисунке не показано, — когда взгляд фиксируется на более удаленном предмете, более близко расположенный предмет будет восприниматься в двойном виде, причем двойственное изображение будет носить перекрестный характер. Дело в том,

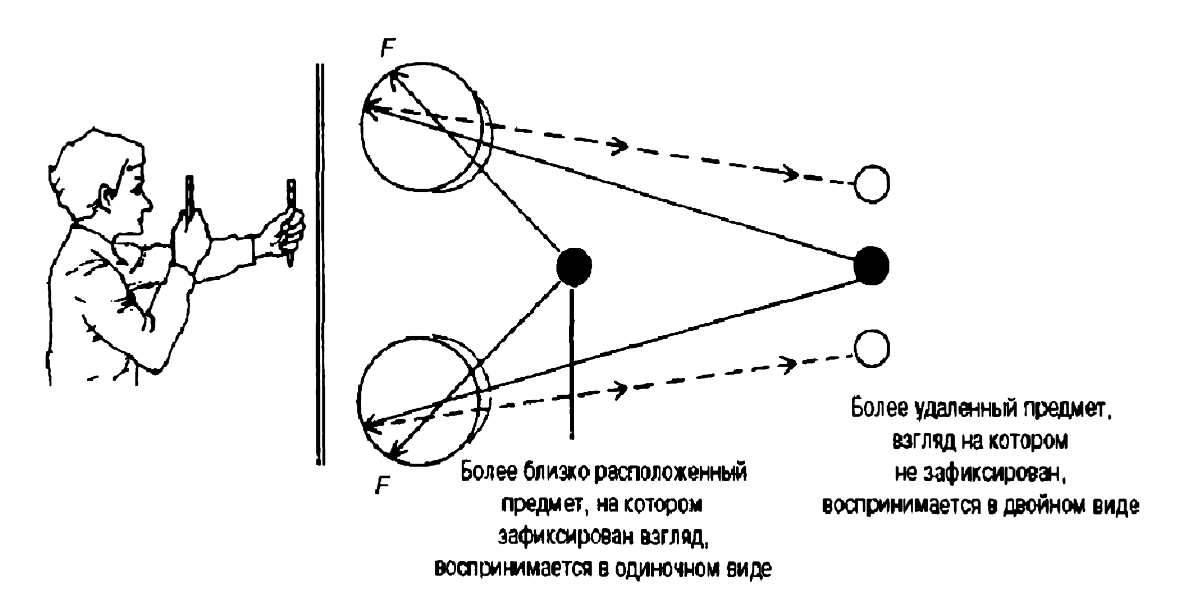


Рис. 22. Двойное видение и бинокулярная диспаратность

что характер двойственных изображений различен и зависит от того, где — за объектом, на котором зафиксирован взгляд, или перед ним — лежит объект, воспринимаемый в двойном виде. Двойственные изображения объектов, лежащих за точкой фиксации взгляда, — *неперекрестные (неперекрестная диспаратность)*, а двойственные изображения объектов, лежащих ближе точки фиксации взгляда, — *перекрестные (перекрестная диспаратность)*. Следовательно, особенность двойственных изображений — перекрестные они или неперекрестные — может служить признаком относительной удаленности (хотя, скорее всего, мы используем его бессознательно).

Экспериментальное подтверждение: Бинокулярная диспаратность и фантомные образы

Бинокулярная диспаратность и двойное видение могут быть использованы для создания удивительных эффектов, в чем вы сами можете легко убедиться, если выполните следующие инструкции. Расположите указательные пальцы перед лицом на уровне глаз на расстоянии, равном примерно 12 дюймам (около 30 *см*), таким образом, чтобы пальцы «смотрели» друг на друга и чтобы расстояние между ними было равно примерно 1 дюйму (2,54 *см*) (рис. 23, *А*). Зафиксируйте взгляд прямо перед собой на точке, расположенной за пальцами, на стене или какой-либо иной удаленной поверхности (на рисунке точка фиксации обозначена буквой *X*). Между пальцами появится фантомный плавающий предмет, по форме напоминающий сосиску (*Б*). Стоит вам немного потренироваться, и вы, слегка смещая пальцы то вверх, то вниз, сможете наблюдать причудливые пространственные эффекты. Кроме того, немного приблизившись к поверхности, на которой зафиксирован ваш взгляд, вы увидите, что «сосиска» сморщивается.

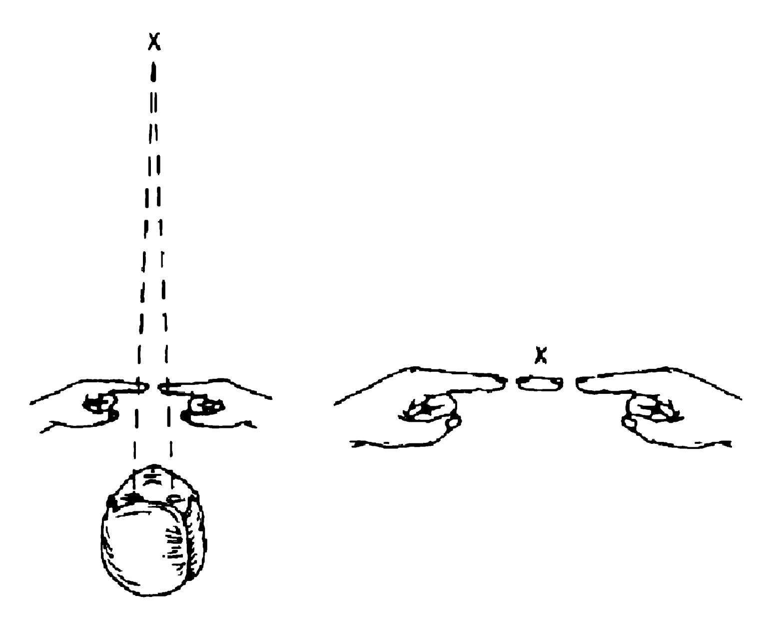


Рис. 23. Бинокулярная диспаратность и фантомные образы

«Сосиска» — результат слияния левого и правого ретинальных изображений кончиков обоих пальцев. Это утверждение можно легко проверить. Для этого нужно попеременно моргнуть каждым глазом. При этом будет преобладать монокулярное зрение, и «сосиска» исчезнет. Но когда открыты оба глаза, два монокулярных образа сливаются, «сосиска» вскоре появляется снова[30]. <...>

Бинокулярная диспаратность и стереопсис

Диспаратность сетчаточных образов, проецируемых на сетчатки обоих глаз, лежит в основе уникального явления, связанного с особым восприятием глубины и объема и называемого ***стереоскопическим зрением***, или ***стереопсисом*** (от греческого слов *stereos* — твердый, объемный, пространственный и *opsis* — зрение). Одним из наиболее впечатляющих примеров стереоскопического зрения является восприятие эффекта глубины при просмотре слайдов с помощью такого знакомого многим оптического прибора, как стереоскоп, например стереоскопа марки *View-Master*. Первый стереоскоп был создан в 1838 г. английским физиком Чарльзом Уитстоуном (Wheatstone), который доказал, что при предъявлении каждому глазу отличающихся друг от друга незначительными деталями плоскостных изображений одной и той же сцены, называемых ***стереограммами*** (стереопарами, или стереополуполями), возникает иллюзия объема. Популярный в середине и во второй половине XIX в. стереоскоп викторианского типа представлен на рис. 24 *А*, а примеры стереограмм — на рис. 24 *Б* и *В*.

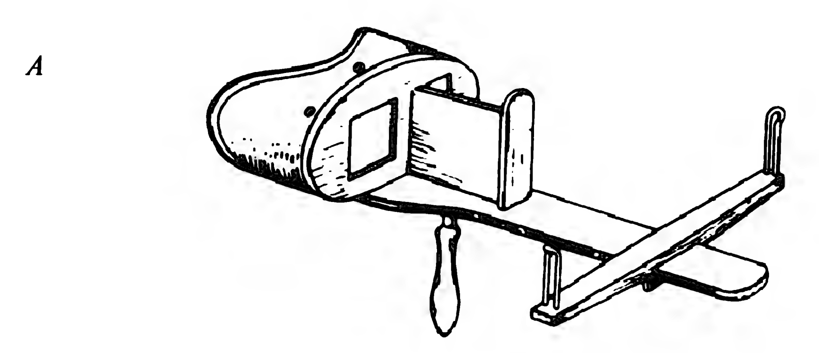
Итак, стереограммы — это парные картины, на одной из которых изображено то, что видит левый глаз, а на другой то, что видит правый. Когда слегка диспаратные картины, объединенные в пары надлежащим образом, рассматриваются через стереоскоп, сцена приобретает стереоскопическую глубину, т.е. создается полное впечатление единого объемного изображения.

Принцип действия общеизвестного стереопроектора *View-Master* аналогичен принципу действия стереоскопа: с его помощью зрителю предъявляются два разных изображения одной и той же сцены, сделанных стереофотоаппаратом, т.е. фотоаппаратом, имеющим два объектива, расстояние между которыми равно расстоянию между глазами. Две фотографии, сделанные с помощью такого фотоаппарата, отличаются друг от друга настолько, насколько отличаются друг от друга левое и правое ретинальные изображения фотографируемой сцены. После того, как эти фотографии проявлены и каждая из них предъявлена с помощью стереопроектора соответствующему глазу (левый глаз должен видеть только фотографию, сделанную левым объективом, а правый — только фотографию, сделанную правым объективом), изображения сливаются и возникает поразительный стереоскопический эффект.

В известных пределах впечатление объемности, или трехмерной глубины, зависит от диспаратности двух изображений, предъявленных с помощью сте-

[30] См.: *Sharp W.L.* The floating-finger illusion // Psychological Review. 1928. 35. P. 171—173.

А



Пары стереокартин, или стереограмм, представленные ниже на *Б* и *В*, вставляются в держатель таким образом, что каждый глаз воспринимает одну стереограмму из пары.

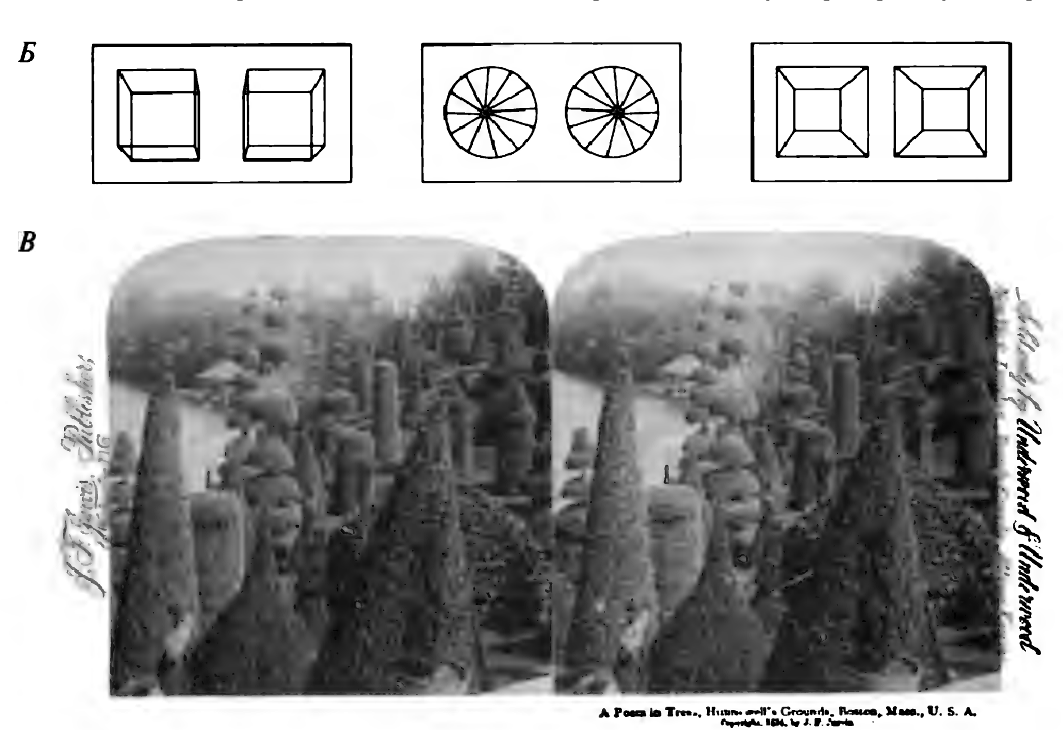


Рис. 24 А — типичный переносной стереоскоп, с помощью которого глазам предъявлялись разные изображения. Это стереоскоп, созданный Оливером Уэнделлом Холмсом-старшим, отцом знаменитого члена Верховного суда; *Б* — три простые контурные стереограммы. Элементы парных фигур подобраны таким образом, что при их просмотре через стереоскоп и слиянии изображений виден один трехмерный объект. Фигуры на каждой стереограмме — изображения, которые были бы восприняты левым и правым глазами при их просмотре без стереоскопа; *В* — ранняя фотографическая стереограмма. При просмотре через стереоскоп левое и правое изображения проецируются соответственно на левый и правый глаза. При слиянии изображений воспринимается объемное изображение пейзажа, названное «Поэмой деревьев». Хотя оба изображения и кажутся идентичными, при внимательном осмотре обнаруживаются их незначительные различия. Стереограмма состоит из двух слегка отличающихся друг от друга фотографий одного и того же пейзажа, сделанных с позиций каждого глаза. Так, пейзаж, представленный слева, — это то, что видит левый глаз, а пейзаж, представленный справа, — то, что видит правый глаз. Незначительные отличия двух образов приводят к бинокулярной диспаратности, и когда они предъявляются с помощью стереоскопа отдельно каждому глазу, пейзаж приобретает объемность и глубину

реоскопа или стереопроектора, и оно тем сильнее, чем больше диспаратность. Это позволяет высказать принципиальное соображение, касающееся зависимости стереоскопичности зрения от расстояния между объектом и наблюдателем, пользующимся бинокулярным зрением. Как правило, зрительное восприятие близлежащих объектов требует большей конвергенции обоих глаз и приводит к большей диспаратности. Следовательно, чем ближе к наблюдателю расположен объект, тем сильнее проявляется стереоскопический эффект глубины. Например, если поднести ладонь совсем близко к лицу и начать рассматривать ее, то впечатление объемности будет очень сильным. В подобной ситуации благодаря бинокулярному зрению округлость пальцев и то, что они вплотную примыкают друг к другу, а также все выпуклости и впадины ладони предстанут перед вами в виде объемного изображения (однако стоит лишь на мгновение прикрыть один глаз, и стереоскопический эффект исчезнет!). Напротив, на удаленном объекте глаза практически не конвергируют и изображения на двух сетчатках практически идентичны, вследствие чего бинокулярная диспаратность либо вовсе отсутствует, либо выражена очень слабо. Следовательно, чем больше расстояние от наблюдателя до объекта, тем меньше бинокулярная диспаратность и тем менее объемными кажутся объекты.

Перцептивные эффекты бинокулярной диспаратности могут иметь важные практические последствия. Благодаря чрезвычайной чувствительности зрительной системы даже к незначительной информации о бинокулярной диспаратности стереоскопическое зрение позволяет нам обнаруживать мельчайшие отличия между изображениями, которые на первый взгляд кажутся идентичными. Например, стереоскопическое зрение может быть использовано для выявления фальшивых купюр. Если каждый глаз видит настоящую купюру, между двумя ретинальными изображениями нет никакой диспаратности и происходит их слияние. Но если один глаз видит фальшивую купюру (пусть даже мастерски изготовленную), а второй — подлинную, диспаратность двух образов немедленно выявит и незначительное различие, поскольку полного совпадения визуальных элементов двух купюр не будет. Точно так же, стереоскопически, эксперты-баллистики изучают увеличенные фотографии разных пуль, когда им нужно определить, были ли произведены выстрелы из одного оружия[31]. Если образы пуль на сетчатках идентичны (т.е. если отсутствует диспаратность), значит, обе пули были выпущены из одного и того же оружия.

Анаглифы. Вполне возможно, что самый знакомый (и удобный) способ испытать эффект стереоскопического зрения — воспользоваться стереоскопом или стереопроектором. Сильное стереоскопическое впечатление может быть также получено и с помощью *анаглифа* (от греческого *anaglyphos* — рельефный) стереограммы. Анаглиф представляет собой особую стереограмму, для получения которой одна картина из стереопары печатается поверх другой, причем эти

[31] См.: *Bloomer C.M.* Principles of visual perception. N.Y.: Van Nostrand Reinhold, 1976.

картины окрашены в разные цвета, как правило, красный и зеленый. Если рассматривать анаглиф без соответствующего прибора, два цвета, из которых один нанесен поверх другого, сливаются и изображение выглядит размытым. Но если рассматривать его через специальные очки с цветными стеклами (стекла должны быть разного цвета, красного и зеленого), каждый глаз «отбирает» соответствующее ему единственное изображение (глаз с красным фильтром видит только зеленое изображение, а глаз с зеленым — только красное) и анаглиф воспринимается стереоскопически, как объемное изображение. Создание большинства 3-D-фильмов (стереофильмов) основано на методе цветных анаглифов, именно поэтому, чтобы почувствовать стереоскопический эффект, их нужно смотреть в красно-зеленых очках. <...>

Циклопическое восприятие

Термин *циклопическое восприятие* предложен Белой Джулезом для обозначения стереоэффекта, возникающего при просмотре созданных им стереограмм совершенно нового типа, образованных кажущимся случайным набором черных и белых элементов (рис. 25 *А*)[32].

Происхождение названия «циклопическое восприятие» связано с тем, что стереоизображение определенного вида, проецируемое по отдельности на каждый глаз, само по себе кажется хаотичным набором различных элементов. Осмысленное восприятие глубины из этих стереограмм возможно только *после* того, как два изображения совмещаются в некой центральной зрительной зоне. Предоставим слово самому Джулезу:

> Мифические циклопы воспринимали мир одним-единственным глазом, расположенным в центре лба. В известном смысле мы тоже воспринимаем мир единственным глазом, который находится в центре головы. Однако наш циклопический глаз «сидит» не во лбу, а на некотором расстоянии от него, в тех участках мозга, которые причастны к зрительному восприятию[33].

Стереограммы, с помощью которых Джулез в свое время демонстрировал циклопическое восприятие, действительно необычны[34]. Воспользовавшись компьютерной программой, он создал два практически одинаковых рисунка, представлявших собой случайные конфигурации точек (обычно такие стереограммы

---

[32] См.: *Julesz B.* Binocular depth perception without familiarity cues // Science. 1964. Vol. 145. P. 356—362; *Julesz B.* Texture and visual perception // Scientific American. 1965. Vol. 212. P. 38—48; *Julesz B.* Foundations of cyclopean perception. Chicago: University of Chicago Press, 1971; *Julesz B.* Global stereopsis: Cooperative phenomena in stereoscopic depth perception // Handbook of sensory physiology. Vol. VIII: Perception / R. Held., H.W. Leibowitz, H.L. Teuber (Eds.). Berlin: Springer-Verlag, 1978.

[33] См.: *Julesz B.* Foundation of cyclopean perception. Chicago: University of Chicago Press, 1971. P. XI.

[34] См.: *Kemp M.* Julesz's joyfulness // Nature. 1998. Vol. 396. P. 419.

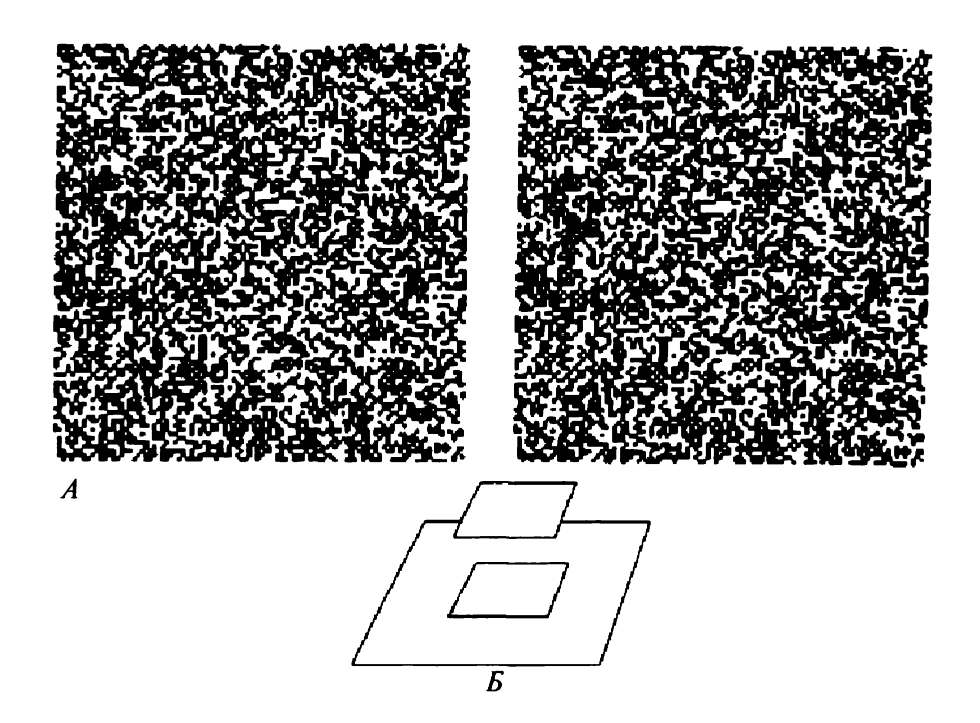


Рис. 25. Стереограммы, образованные случайными конфигурациями точек:

А — при монокулярном просмотре эти изображения воспринимаются как лишенные глубины однородно скомпонованные случайные элементы. Но при стереоскопическом слиянии в центре виден квадрат, «парящий» над фоном, и создается вполне отчетливое впечатление глубины; *Б* — аналогичная картина — «парящий» над фоном квадрат — наблюдается и при просмотре анаглифа этой стереограммы в правильно подобранных по цвету очках[35]

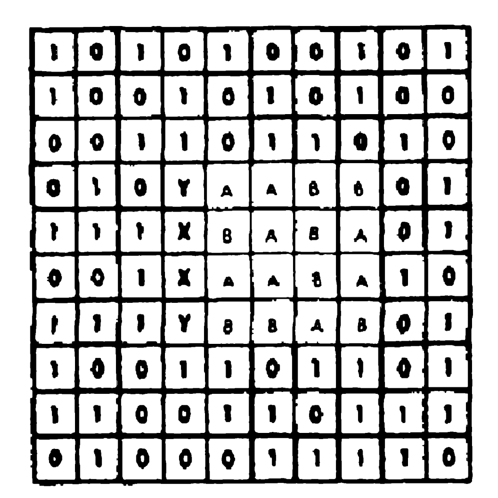
называют *случайно-точечными стереограммами.* Пара таких стереограмм представлена на рис. 25 *А*. Оба изображения имеют идентичную текстуру, образованную случайными конфигурациями точек, исключение составляют лишь небольшие центральные участки, которые тоже идентичны в обоих случаях, но смещены латерально в противоположных направлениях. При взгляде на любой из этих рисунков, образующих стереопару, невозможно увидеть каких-либо признаков глубины или формы, ибо в них нет никаких монокулярных признаков. Однако при стереоскопическом слиянии этих двух рисунков в центре отчетливо виден небольшой квадрат, соответствующий латерально смещенному участку и «парящий» над окружающей его текстурой (рис. 25 *Б*).

Как схематически показано на рис. 26, смещенные участки правого и левого квадратов случайно-точечной стереопары отличаются друг от друга.

Центральный участок левого квадрата смещен вправо, а правого — влево. Благодаря этому латеральному сдвигу центрального участка на правую и левую сетчатку проецировались разные изображения, как было бы, если бы малень-

[35] См.: *Julesz B.* Foundation of cyclopean perception. Chicago: University of Chicago Press, 1971. P. 21.

кий центральный квадрат действительно лежал отдельно, впереди текстуры, образованной случайной конфигурацией точек. В итоге для этого маленького центрального участка возникает бинокулярная диспаратность (т.е. левый и правый глаз видят его не совсем одинаково), и при стереоскопическом просмотре стереопары создается впечатление, что центральный участок лежит над фоном — текстурой, образованной случайной конфигурацией точек. Если центральный участок левого квадрата сместить влево, а правого — вправо (т.е. если создать обратную диспаратность между левым и правым квадратом), то при стереоскопическом просмотре этой стереопары будет казаться, что центральный квадрат лежит на поверхности позади текстуры, образованной случайной конфигурацией точек.



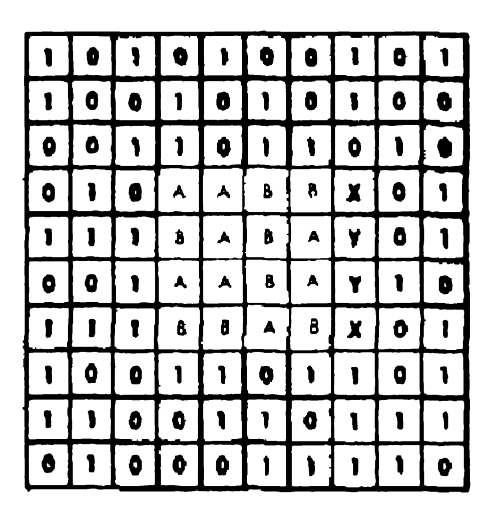


Рис. 26. Схематическое изображение процесса создания случайно-точечных стереограмм, представленных на рис. 25

Левый и правый рисунки — практически идентичные текстуры, образованные случайными конфигурациями точек, исключение составляют лишь их центральные участки: они смещены относительно друг друга по горизонтали в разные стороны так, словно представляют собой цельные поверхности. Смещенные участки (они образованы ячейками А и В) покрывают определенные участки фона, образованного ячейками 1 и 0. Благодаря сдвигу, свободные участки фона (ячейки *X* и *Y*) остаются непокрытыми и заполняются дополнительными случайными элементами[36]

По мнению Джулеза[37], из случайно-точечных стереограмм стереоскопический эффект извлекается зрительной системой автоматически благодаря определенному процессу, протекающему на нейронном уровне. Этот процесс,

[36] См.: *Julesz B.* Foundation of cyclopean perception. Chicago: University of Chicago Press, 1971. P. 21.

[37] См.: *Julesz B.* Binocular depth perception without familiarity cues // Science. 1964. Vol. 145. P. 356—362; *Julesz B.* Foundations of cyclopean perception. Chicago: University of Chicago Press, 1971.

результатом которого является восприятие глубины, включает сопоставление тех участков рисунков, которые идентичны для обоих глаз, и оценку остающихся участков бинокулярных диспаратностей. Для возникновения эффекта глубины, или стереопсиса, достаточно одной бинокулярной диспаратности, поскольку, как уже отмечалось выше, в расположении элементов случайно-точечных стереограмм нет ничего — ни изобразительных признаков глубины, ни знакомых очертаний, — что могло бы навести на мысль о смещении одного участка относительно другого. <...>

Автостереограммы. У нас нет технических возможностей продемонстрировать здесь стереопсис, достигаемый с помощью стереограмм Джулеза (впрочем, возможно, читатель не поленится посмотреть стереопару, представленную на рис. 25 *А,* через стереоскоп). Однако, приложив некоторые усилия, без всяких специальных приспособлений можно испытать эффект глобального стереопсиса с помощью *автостереограммы.* Автостереограмма представляет собой специальную форму стереограммы, созданную Кристофером Тайлером[38], содержащую (в пределах одного рисунка, напечатанного типографским способом) информацию для обоих глаз и, подобно стереограммам Джулеза, не имеющую никаких монокулярных признаков. Пример типичной автостереограммы представлен на рис. 27. Рекомендации, которым необходимо следовать, чтобы с их помощью наблюдать стереоскопический эффект, приводятся ниже, в описании эксперимента.

Первая попытка увидеть стереоизображение для многих трудна. Некоторым людям приходится в течение нескольких минут напрягать окуломоторные мышцы, но настойчивость и тренировка помогают большинству добиваться успеха. Интересно отметить, что аналогичный стереоскопический эффект можно вызвать, глядя на пол или потолок, на которые нанесен повторяющийся узор, или на обои с определенным рисунком: в конце концов у недоумевающего наблюдателя может возникнуть ощущение, что некоторые элементы потолка или пола отделяются от них, а фрагменты рисунка обоев «парят» перед стеной или на воображаемой поверхности перед ним[39]. Причина этого явления заключается в том, что зрительная система «ошиблась», сопоставляя изображения повторяющегося узора на правой и левой сетчатках: она связала и стереоскопически «слила» в одно два изображения, которые являются проекциями не соответствующих друг другу элементов узора, результатом чего и становится неуместное восприятие глубины.

---

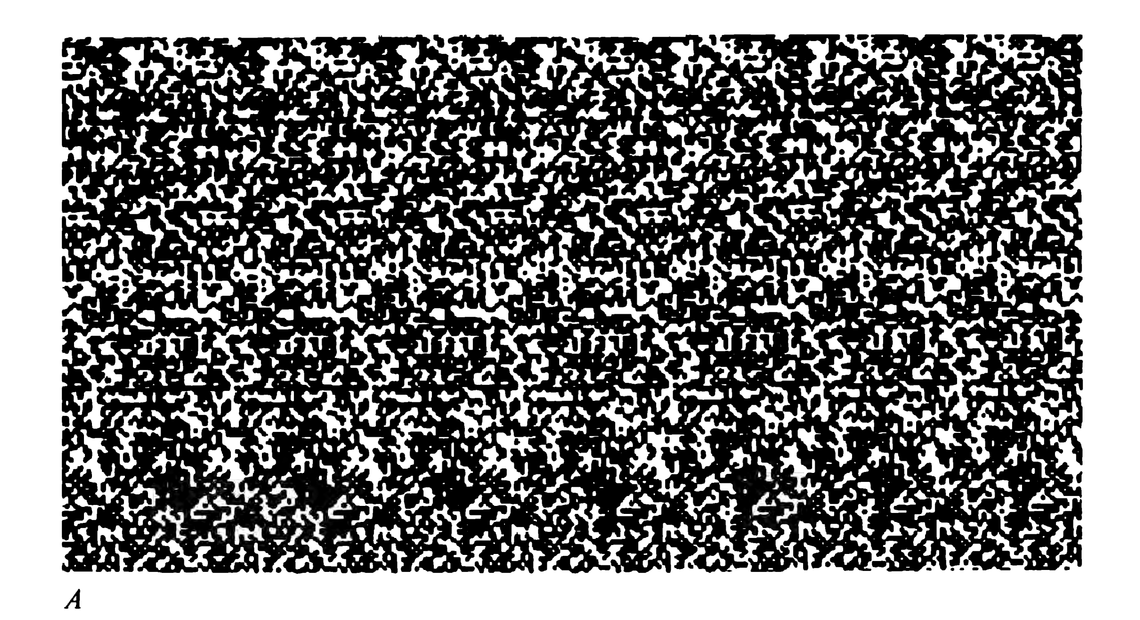
[38] См.: *Pugliese L.* Auto-random-dot stereograms // Optics and Photonics News. 1991. Vol. 59. P. 62; *Tyler C.W., Clarke M.B.* The autostereogram // J.O. Merritt, S.S. Fisher (Eds.). Stereoscopic displays and applications // Proceedings of SPIE—The International Society for Optical Engineering. 1990. Vol. 1256. P. 182—197; *Stork D. G., Rocca C.* Software for generating autoran-dom-dot stereograms // Behavior Research Methods, Instruments and Computers. 1989. Vol. 21. P. 525—534.

[39] См.: *Pugliese L.* Auto-random-dot stereograms // Optics and Photonics News. 1991. Vol. 59. P. 62.

Экспериментальное подтверждение: Просмотр автостереограммы

При правильном просмотре рис. 27 *А* будет видно изображение знакомого объекта, лежащего на переднем плане, на фоне образованной точками текстуры. Задача наблюдателя — сфокусировать взгляд на двух точках, расположенных над рисунком, и таким образом конвергировать глаза, чтобы видеть три точки. Иными словами, глаза должны конвергировать на точке, лежащей перед рисунком. Ниже приводятся описания нескольких способов выполнения этого требования. Ваша задача упростится, если, пока вы стараетесь получить стереоизображение, кто-нибудь будет медленно читать вам этот текст вслух. Держите карандаш длиной примерно 6 *дюймов* (около 15 *см*) перед рисунком таким образом, чтобы его кончик был направлен примерно на середину расстояния между двумя точками (рис. 27, *Б*). Зафиксировав взгляд на кончике карандаша, вы сможете увидеть и две точки над рисунком. Продолжая фиксировать взгляд на кончике карандаша, медленно перемещайте карандаш взад-вперед до тех пор, пока вместо двух точек не увидите три точки, расположенные на одной прямой. (Это значит, что теперь ваши глаза конвергированы именно настолько, насколько нужно.) До тех пор пока ретинальные изображения кончика карандаша и слившейся «центральной» точки не приобретут четкость, поддерживайте это положение глаз, затем медленно переведите взгляд на центральную точку и отодвиньте карандаш. Если ваши глаза стремятся вернуться в исходное положение, продолжайте попытки до тех пор, пока не сможете стабильно поддерживать восприятие конфигурации из трех точек. У одних наблюдателей образ объекта в стереоскопической глубине проступает мгновенно, другим для этого приходится поддерживать фиксацию в течение нескольких минут. Если после нескольких попыток вам так и не удалось увидеть стереоскопического изображения, попробуйте воспользоваться другими способами. Как и при первой попытке, держите карандаш так, чтобы его кончик был на уровне середины расстояния между двумя точками. Но теперь фиксируйте взгляд не столько на карандаше, сколько на самом рисунке. Поскольку ваш взгляд зафиксирован на рисунке, вы увидите двойственное перекрестное изображение карандаша. Медленно подвиньте карандаш так, чтобы два его изображения оказались на одних линиях с двумя точками фиксации над рисунком, после чего медленно сфокусируйте взгляд на кончике карандаша. Два расплывающихся изображения карандаша должны конвергировать в одно, указывающее на центральную точку. Продолжайте фокусировать взгляд на кончике карандаша до тех пор, пока центральная точка не станет четко видна. Это может потребовать некоторого времени, но когда это произойдет, вы увидите, как в глубине фона возникает центральная фигура.

Третий способ получения стереоскопического изображения, которое на этот раз появится *под* текстурировнной поверхностью (поскольку глаза будут конвергировать на точке, лежащей ниже плоскости рисунка), заключается в следующем. Глядя на верхнюю часть рисунка, постарайтесь фокусировать взгляд на поверхности, лежащей за точками, например на полу или на стене, до тех пор, пока вместо двух точек не появятся три. Задержите взгляд на трех точках на несколько мгновений, а затем, не меняя точки фокусирования взгляда, медленно опускайте глаза вниз до тех пор, пока не увидите в глубине «спрятанный» объект.



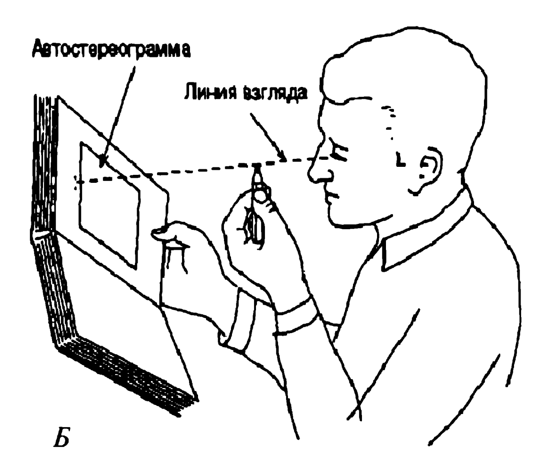


Рис. 27. Автостереограмма (*А*) и способ ее просмотра (*Б*)

И последнее. Если, испробовав все описанные выше способы, вы так и не увидели стереоскопического изображения, попробуйте поступить следующим образом. Поднесите страницу, на которой нарисована автостереограмма, как можно ближе к глазам, так чтобы рисунок превратился в расплывшееся пятно. В этот момент ваш взгляд сфокусирован на точке, лежащей позади поверхности страницы. Затем, *как можно медленнее,* отодвигайте страницу от лица таким образом, чтобы автостереограмма все время оставалась не в фокусе. Если она все же оказалась в фокусе, это значит, что вы, возможно, слишком далеко отодвинули страницу (или сделали это слишком быстро). Помните, важно, чтобы автостереограмма была *не в фокусе*! Попробуйте еще раз, отодвигая страницу еще медленнее и время от времени останавливаясь, и делайте это до тех пор, пока не «проявится» трехмерное изображение. Автостереограмма — необычная и трудная задача для зрительной системы, поскольку нужно сфокусировать глаза на расстоянии, отличном от того, на котором расположен сам рисунок. Но если

у вас два глаза и вы не страдаете *стереослепотой* (см. следующий подраздел), то при известной тренировке (и терпении) вы сможете увидеть стереоскопическое изображение.

Одно из наиболее значительных открытий, сделанных в ходе изучения циклопического восприятия с помощью случайно-точечных стереограмм, заключается в том, что стереоскопическое видение может возникнуть не только при полном отсутствии монокулярных признаков глубины, но даже и при отсутствии каких-либо распознанных контуров или форм. При монокулярном просмотре стереограммы Джулеза воспринимаются как совершенно неупорядоченные текстуры, в которых нет даже намека на узнаваемые контуры или формы. Следовательно, стереоскопическое видение может не только предшествовать восприятию формы, но может также и происходить без ее распознавания. Иными словами, восприятие очертаний и форм не является обязательным условием достижения стереоскопического эффекта. Как отмечали Галик и Лоусон, циклопическое восприятие свидетельствует о том, что

не столько контуры наталкивают [нас] на мысль о глубине, сколько глубина — на мысль о контурах[40].

Восприятие стереоскопического эффекта с помощью стереограмм, образованных случайными конфигурациями точек, доступно не только взрослым, но и младенцам. По одним данным она проявляется с 3,5-месячного возраста[41], по другим — с 6-месячного[42]. Более того, эта форма стереоскопического видения свойственна не только человеку, но и другим биологическим видам. Способность к восприятию стереоскопического эффекта с помощью случайно-точечных стереограмм проявляют соколы[43], кошки[44] и обезьяны[45].

Циклопическая стимуляция создается уникальным сочетанием лабораторных условий, обеспечивающим техническое отделение друг от друга монокулярной и бинокулярной форм предъявления информации. Наблюдение за большинством пространственных событий осуществляется без подобных ограничений.

---

[40] См.: *Gulick W.L., Lawson R.B.* Human stereopsis: A psychophysical analysis. N.Y.: Oxford University Press, 1976. P. 272.

[41] См.: *Fox R., Aslin R.N., Shea S.L, Dumais S.T.* Stereopsis in human infants // Science. 1980. Vol. 207. P. 323—324.

[42] См.: *Petrig B., Julesz B., Kropfl W., Baumgartner G., Ankliker M.* Development of stereopsis and cortical binocularity in human infants: Electrophysiological evidence // Science. 1981. Vol. 213. P. 1402—1405.

[43] См.: *Fox R., Lehmkuhle S.W., Bush R.C.* Stereopsis in the falcon // Science. 1977. Vol. 197. P. 79—81.

[44] См.: *Fox R., Blake R.R.* Stereopsis in the cat // Paper presented at the tenth meeting of the Psychonomic Society. San Antonio, Tex., November. 1970.

[45] См.: *Bough E.W.* Stereoscopic vision in the macaque monkey: A behavioural demonstration // Nature. 1970. Vol. 225. P. 42—44.

В реальной жизни пространственному восприятию способствует комбинация различных пространственных признаков визуальных стимулов и эффективность восприятия зависит от того, насколько эти признаки сочетаются друг с другом. Однако специфические возможности стереоскопического видения принесли немалую пользу пространственному восприятию окружающего мира. Оно не только позволяет наблюдателю извлекать точную информацию о глубине и расстоянии между объектами и поверхностями и тем самым вносит свой вклад в такие процессы, происходящие на более высоких уровнях зрительной системы, как, например, координация движений глаз и рук, но и способствует *унитарному (совокупному)* восприятию тех отличительных признаков, которые лежат на одной глубине. Иными словами, перцептивный процесс группирования и интегрирования пространственных отличительных признаков, лежащих на одной глубине или одинаково удаленных от наблюдателя, способствует узнаванию объекта. Фрисби следующим образом выразил эту мысль:

> Возможно, именно распознавание защитной окраски было самым первым результатом того, что в ходе эволюционного развития биологические виды получили бинокулярное зрение. Не исключено, что настоящим оправданием бинокулярного зрения стала возможность распознавать с его помощью характерное сочетание полос — отличительный признак, принадлежащий тигру (или иному хищнику, или желанной, но спрятавшейся добыче), и отделять их от полос, образуемых ветвями, прутьями и листьями дерева, в котором он притаился, готовясь к прыжку. Подобное предположение находится в полном соответствии с открытием случайно-точечных стереограмм, ибо они показывают, сколь велики возможности стереопсиса в том, что касается распознавания защитной окраски как отличительного признака: любой объект можно увидеть только после того, как произойдет бинокулярное слияние его образов... Возможно, благодаря особой способности воспринимать глубину, основным оружием которой является стереоскопическое зрение, зрительная система гораздо лучше может разложить общую картину на ее составляющие и таким образом выполнить возложенную на нее работу — увидеть, что же это такое[46].

[Иллюзии восприятия удаленности и глубины]

Изучение иллюзий может стать ключом к разгадке более общих закономерностей и принципов восприятия пространства. <...> Мы рассмотрим некоторые представительные примеры зрительных иллюзий, расскажем о предпринятых попытках их объяснения, и там, где это возможно, постараемся выявить их связь с общими механизмами восприятия пространства.

---

[46] См.: *Frisby J.P.* Seeing. N.Y.: Oxford University Press, 1980. P. 155.

Трансакционизм и иллюзии Эймса

Мы начнем с дискуссионного подхода к восприятию пространства, представленного рядом соответствующих иллюзий. Их создателем является Адельберт Эймс (младший)[47]. <...>

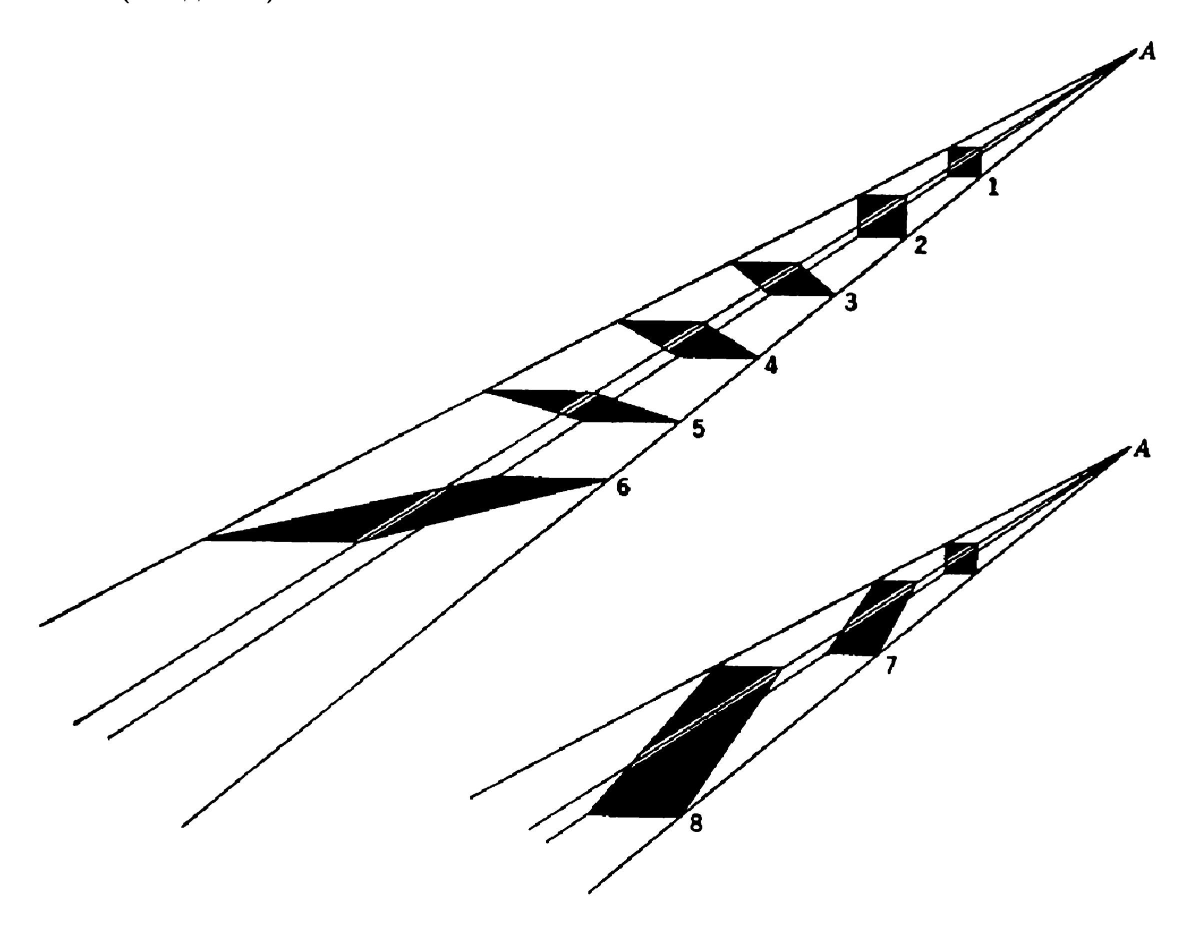


Рис. 28. Проекции на сетчатке *A* неограниченного числа поверхностей, по-разному ориентированных относительно линии взгляда, и поверхности 1 совершенно одинаковы, вследствие чего при отсутствии сопутствующих признаков пространства все они могут восприниматься как квадрат[48]

Очевидное противоречие между правильным восприятием и искаженной зрительной стимуляцией привело Эймса и его коллег (Kilpatrick, 1961)[49] к созданию теории, согласно которой в нормальном восприятии пространства

---

[47] См.: *Ames A.* Binocular vision as affected by relations between uniocular stimulus-patterns in commonplace environments // American Journal of Psychology. 1946. Vol. 59. P. 333-357.

[48] См.: *Bartley S.H.* Handbook of Experimental Psychology / S.S. Stevens (Ed.). N.Y.: John Wiley, 1951. P. 924.

[49] См.: *Kilpatrick F.P.* Explorations in transactional psychology. N.Y.: New York University Press, 1961.

определяющую роль играет пространственный *опыт* общения с конкретными объектами и поверхностями. Эта теория, названная трансакционизмом, исходит из того, что основой зрительного восприятия является опыт общения с окружающим миром. <...> Трансакционизм базируется на объективном геометрическом факте, суть которого заключается в том, что стимуляции глаза практически неограниченным числом объектов разной формы и по-разному ориентированных в пространстве соответствует практически одно и то же ретинальное изображение (рис. 28).

Однако в действительности мы воспринимаем лишь ограниченное количество объектов. По мнению создателей трасакционизма, эта ограниченность является результатом опыта, приобретенного индивидуумом в ходе его активного взаимодействия, или *трансакций*, с окружающей средой. Поэтому и круг перцептивных альтернатив, ассоциирующихся с каждым ретинальным изображением, достаточно узок и в него входит лишь только то, что соответствует опыту, приобретенному в ходе контактов с миром реальных объектов. Иными словами, согласно трансакционистам, мы *полагаем*, что организация физического мира соответствует нашему предшествующему опыту взаимодействия с ним и совпадает с этим опытом, а потому воспринимаем мир именно таким.

Иллюзии Эймса

Иллюзии Эймса прекрасно иллюстрируют роль предшествующего опыта в восприятии. Знакомство с ними — обычно в условиях, когда возможности наблюдателя искусственно ограничены (т. е. без бинокулярных признаков и признаков движения), — делает еще более понятными представления трансакционистов о пространственных связях, постигаемых в ходе контактов с окружающим миром. Иллюзии производят наиболее сильное впечатление тогда, когда наблюдатель, чтобы сохранить одни представления о пространственных связях, вынужден отказаться от других. Хотя известно огромное количество иллюзий Эймса, мы ограничимся рассмотрением двух наиболее известных иллюзий.

Трапециевидное окно. Только тот, кто видел вращающуюся трапецию, способен в полной мере оценить зрелищность возникающих при этом перцептивных эффектов. Приспособление для демонстрации этой иллюзии состоит из поверхности трапециевидной формы, на обеих сторонах которой оконные проемы и тени нарисованы таким образом, что наблюдателю кажется, будто перед ним — повернутое под небольшим углом окно прямоугольной формы (рис. 29).

На самом же деле **окно имеет форму трапеции.** Мы настолько привыкли к прямоугольным окнам, что и это окно, если смотреть на него прямо, тоже кажется прямоугольным, но повернутым под некоторым углом (если не хватает признаков глубины и удаленности, которые говорили бы о том, что на самом деле оно вовсе не наклонено и не повернуто). Трапециевидное окно монтируется на вертикальной штанге и приводится во вращение небольшим мотором

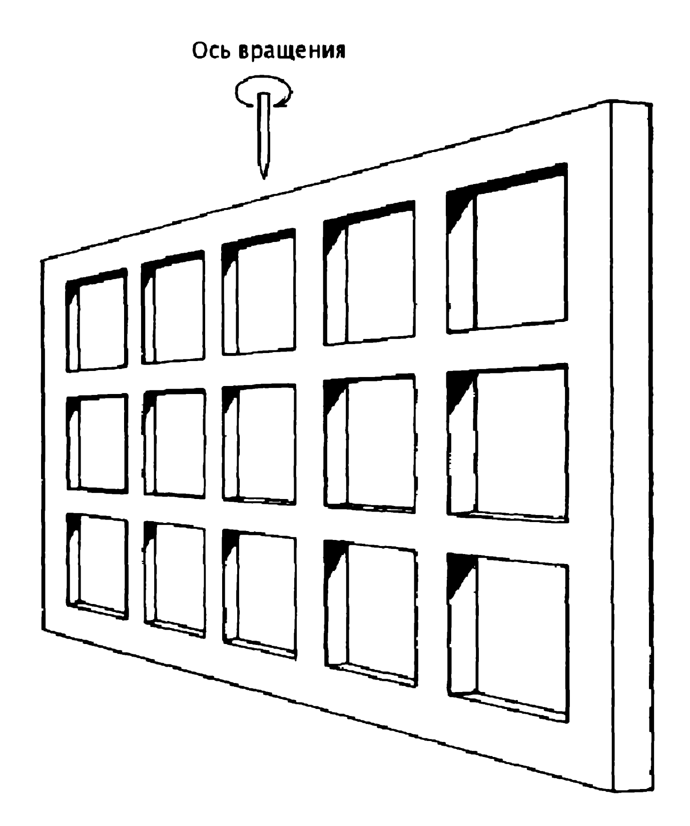


Рис.29. Трапециевидное окно Эймса

Вид вращающейся трапеции спереди (перпендикулярно линии взгляда). Вращающаяся трапеция должна восприниматься как окно прямоугольной формы, повернутое влево

(скорость вращения — от 3 до 6 *об./мин*). Если смотреть на вращающееся окно одним глазом с расстояния, равного примерно 10 футам (3 *м*), или двумя глазами с расстояния 6 *м* или больше, то кажется, будто, повернувшись на 180°, окно мгновенно останавливается и изменяет направление вращения, т. е. оно покачивается вдоль оси штанги. Иными словами, оно воспринимается не как вращающаяся трапеция, а как *качающийся* прямоугольник, изменяющий направление своего вращения через каждые 180°.

Если рассматривать эту ситуацию с точки зрения доступности стимульной информации, то можно сказать, что возможны две взаимоисключающие перцептивные альтернативы: раскачивающийся прямоугольник *или* вращающаяся трапеция. Однако благодаря представлениям наблюдателя, созданным его предшествующим опытом, это окно, стимулирующее зрительную систему таким образом, что его форму можно трактовать двояко, как правило, воспринимается как обычное слегка повернутое прямоугольное окно. А если это так, то наблюдателю должно казаться, что фигура покачивается вдоль оси штанги, на которой она закреплена, поскольку непрерывный поток сетчаточных образов может создавать только качающаяся прямоугольная поверхность.

Восприятие истинного движения поверхности — вращения — несовместимо с допущением, что она представляет собой прямоугольное окно: при нормальном вращении прямоугольной поверхности более длинной будет казаться только сетчаточная проекция той стороны или края, которые менее удалены от наблюдателя. (Причиной этого является обратная зависимость между величиной ретинального образа и удаленностью.) Однако при вращении трапециевидного окна один из его краев *всегда* остается длиннее, чем другой. А коль скоро он кажется наблюдателю длиннее, то наблюдатель решает, что он ближе. Следовательно, во время вращения наблюдателю постоянно, но ошибочно кажется, что более длинный край расположен ближе к нему, чем более короткий, и это происходит даже тогда, когда на самом деле ситуация обратная. Подобное динамическое изображение на сетчатке может создать только качающаяся прямоугольная поверхность, в результате чего наблюдателю и кажется, что проекция той стороны, которая воспринимается им как более длинная и менее удаленная, качается.

Чтобы оценить влияние предшествующего опыта наблюдателя и сложившихся у него представлений о мире на восприятие им иллюзии трапециевидного окна, Олпорт и Петтигрю изучили реакцию на нее представителей разных культур[50]. Трапециевидное окно было продемонстрировано испытуемым, представлявшим разные культуры и имевшим вследствие этого разный опыт общения с прямоугольными поверхностями. Среди испытуемых были такие люди, которые не имели практически никакого представления ни об окнах, ни о поверхностях, образованных прямыми линиями и прямыми углами, и типичные городские жители. Когда, при условиях, максимально благоприятствующих восприятию иллюзии, им демонстрировали вращающееся окно, все испытуемые, несмотря на присущие им культурные различия, восприняли именно иллюзию (т. е. качание, а не вращение, что было на самом деле). Однако при пограничных условиях, т. е. при условиях, уже не столь благоприятных для восприятия иллюзии (например, при невозможности пользоваться бинокулярным зрением), те испытуемые, чей опыт общения с прямоугольными поверхностями был невелик, оказались менее подверженными ей.

Перекошенная комната. На рис. 30 *А* изображена особым образом сконструированная комната.

Комнату обычно рассматривают через маленькое смотровое отверстие, допускающее только монокулярное зрение, при котором утрачиваются многие признаки глубины и удаленности. При таких условиях большинство наблюдателей видят двух человек, необычно отличающихся друг от друга по росту и стоящих возле задней стенки ничем не примечательной комнаты. Это иллюзорное восприятие называется иллюзией перекошенной комнаты, поскольку в

[50] . См.: *Allport G.W., Pettigrew T.F.* Cultural influences on the perception of movement. The trapezoid illusion among Zulus Journal of Abnormal and Social Psychology. 1957. Vol. 55. P. 104-120.

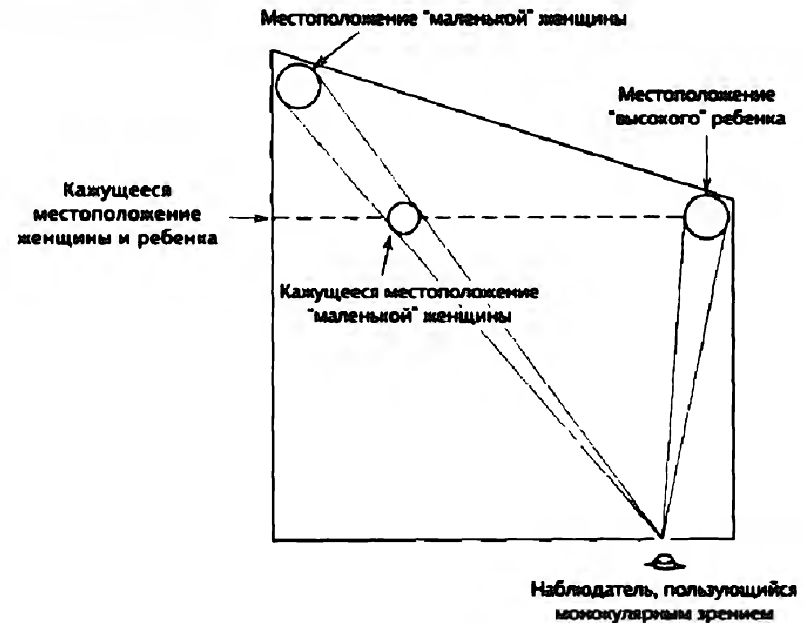


Рис. 30. Иллюзия перекошенной комнаты

Фигура женщины в левом углу *(а)* при сравнении с фигурой ребенка в правом углу кажется искаженной. На самом же деле женщина значительно выше ребенка. Иллюзия создается особенностями конструкции комнаты, о чем свидетельствует план ее пола (б). Эти особенности таковы, что наблюдателю кажется, будто женщина и ребенок находятся на равном расстоянии от него. В действительности расстояние от наблюдателя, пользующегося монокулярным зрением, до женщины в два раза больше расстояния, отделяющего его от ребенка

действительности женщина выше ребенка, а не наоборот, как кажется наблюдателю, а вот комната отнюдь не ординарна. На самом деле «маленькая» женщина находится дальше от наблюдателя, чем «высокий» ребенок. То, что наблюдателю так не кажется, по мнению трансакционистов, является следствием сильного влияния представлений об окружающем мире, сформировавшихся в результате его предшествующего опыта.

Сторонники трансакционизма утверждают, что благодаря большому опыту «взаимодействия» с комнатами, имевшими форму прямоугольного параллелепипеда, наблюдатель исходит из того, что фоном для двух человек является именно такая комната. Однако в действительности пол, потолок, некоторые стеньги дальние окна комнаты — поверхности, имеющие форму трапеции. Как показано на рис. 30 *Б,* комната специально построена так, чтобы вызвать у наблюдателя искаженное восприятие величины. Так, левый угол комнаты примерно в два раза дальше от наблюдателя, чем правый. Наиболее удаленные детали комнаты соответственно увеличены в размере таким образом, чтобы в перспективе близкие и удаленные детали казались наблюдателю расположенными на равном расстоянии от него.

Как и вращающееся окно, перекошенная комната предлагает наблюдателю два альтернативных варианта восприятия: два человека с нормальной разницей в росте на фоне трапеции, находящиеся на разном удалении от наблюдателя, или два человека, ненормально отличающихся друг от друга по росту, на фоне прямоугольной поверхности. Типичное восприятие — прямоугольная комната, в которой находятся два человека, ненормально отличающиеся друг от друга по росту. Иными словами, как правило, представление о том, что обычно комнаты — это прямоугольные параллелепипеды, оказывается перцептивно сильнее реальных физических условий, ибо комнаты в большинстве случаев именно таковы, а находящиеся в них объекты действительно отличаются друг от друга по величине.

Трапециевидное окно и перекошенная комната — это всего лишь два из серии необычных наглядных примеров, продемонстрированных Эймсом и его коллегами в поддержку трансакционизма. Однако все они направлены на доказательство справедливости одного вывода: при определенных условиях восприятие пространства определяется предшествующим опытом наблюдателя.

Б.М. Величковский,
В.П. Зинченко,
А.Р. Лурия

[Стереоскопические эффекты]*

Лучшим доказательством роли диспаратности в восприятии глубины служат эксперименты с изменением этого фактора, проводимые с помощью оптических устройств — *стереоскопа* и его разновидностей.

Первый стереоскоп был сконструирован в 1838 г. английским физиком Ч. Уитстоном. Одна из его поздних модификаций показана на рис. 1. Это устрой ство позволяет независимо предъявлять каждому глазу несколько различные

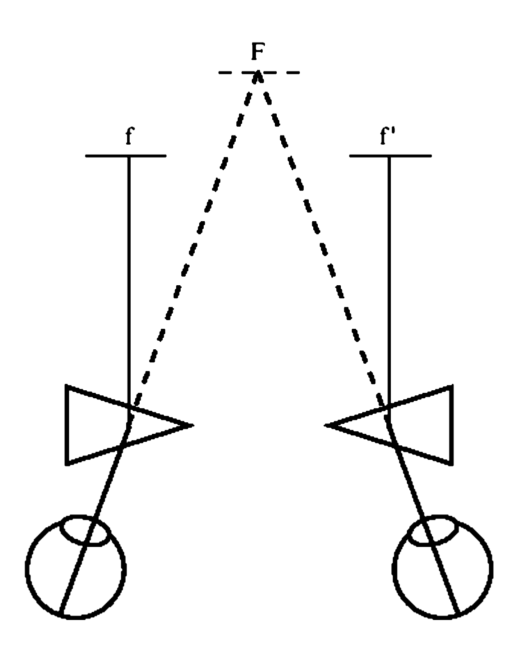


Рис. 1. Схема призматического стереоскопа[1]

* *Величковский Б.М., Зинченко В.П., Лурия А.Р.* Психология восприятия. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1973. С. 143—147.

[1] См.: *Woodworth R.S., Schlosberg H.* Experimental psychology. N.Y.: Henry Holt, 1954.

изображения одного и того же объекта, называемые *стереопарами*. При этом наблюдатель видит единый трехмерный объект. Напротив, когда стереопары идентичны, воспринимается всего лишь плоская картина. Если поменять местами правую и левую стереопары, то выступавшие вперед части трехмерного объекта станут казаться расположенными дальше и наоборот (рис. 2).

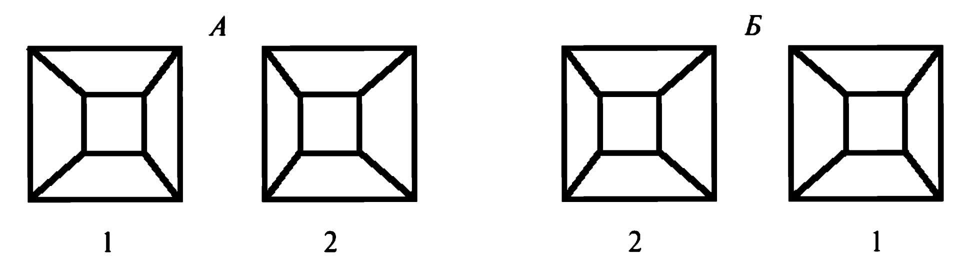


Рис. 2. Стереопары: в случае *А* воспринимается усеченная призма, в случае *Б* — уходящий вдаль коридор

Телестереоскоп и иконоскоп представляют собой варианты стереоскопа Ч. Уитстона, позволяющие видеть один и тот же объект под различными углами зрения. Если эти углы велики (рис. 3), то диспаратность оказывается завышенной. Это соответствует рассматриванию более далекого и более вытянутого в глубину предмета. Таким образом, телестереоскоп утрирует действительные различия в удаленности.

В случае иконоскопа диспаратность искусственно занижается и объемный предмет выглядит плоским, как икона (рис. 4).

Псевдоскоп позволяет предъявить левому глазу то, что обычно видит правый глаз и наоборот (рис. 5).

При этом диспаратность оказывается обратной, так что удаленные детали объекта должны восприниматься ближе, а близкие — дальше.

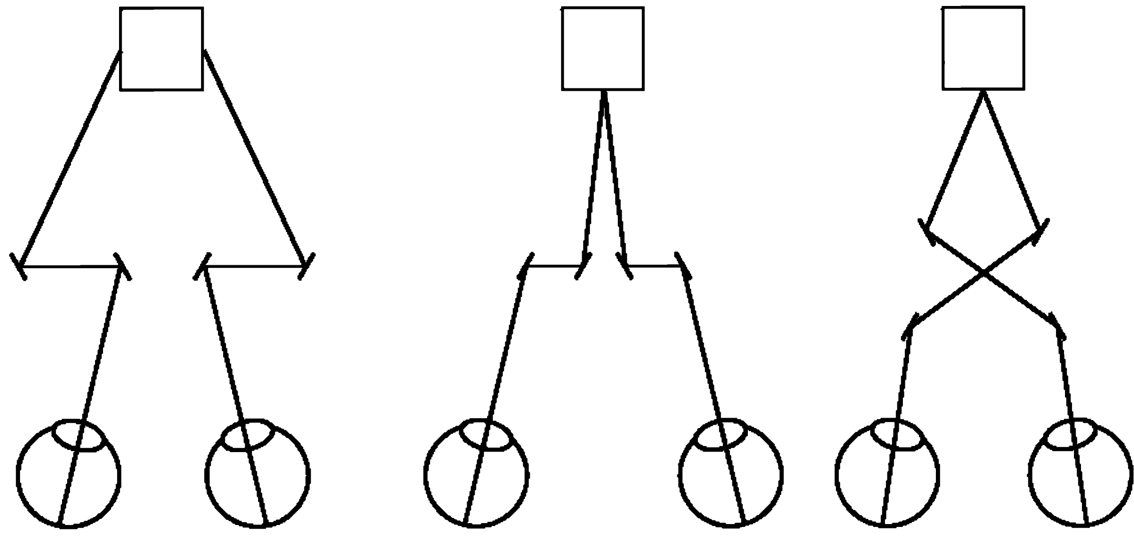


Рис. 3. Зеркальный телестереоскоп

Рис. 4. Иконоскоп

Рис. 5. Псевдоскоп

Б.В. Раушенбах

[Проблема изображения глубины на картинах посредством линейной перспективы][*]

Каким образом и в какой степени принципиально возможно точное воспроизведение внешнего мира соответственно зрительному восприятию, если речь идет лишь о геометрии изображения (отвлекаясь от теневой моделировки и цвета)? Каким образом и в какой степени возможна протокольно точная передача видимой человеком геометрии внешнего пространства на плоскости картины? <...>

Построение нужной системы перспективы позволяет дать геометрическое обоснование рисунку, наподобие того как метод ортогональных проекций создает геометрическую основу чертежа.

Обычные определения перспективы — геометрического учения о передаче на плоскости объемно-пространственных свойств объектов — построены таким образом, что в них уже содержится предположение о методе центрального проектирования как основе перспективы. Недостатком такого определения является то, что оно с самого начала опирается на метод, целесообразность использования которого надо было бы еще показать. Поэтому воспользуемся другим определением, данным в учебнике перспективы В.Е. Петерсона и носящим более общий характер: перспектива — учение о методах изображений, соответствующих зрительному восприятию[1]. Хотя в учебнике В.Е. Петерсона тоже излагается лишь метод центрального проектирования, приведенное выше определение допускает и более широкое толкование.

Зрительное восприятие является сложным процессом, в основе которого лежит согласованная работа глаза и мозга. В результате этой работы возника-

---

[*] *Раушенбах Б.В.* Пространственные построения в живописи. М.: Наука, 1980. С. 52—61, 63—66, 68—73, 76—79.

[1] См.: *Петерсон В.Е.* Перспектива. М., 1970. С. 5. Применяемые ниже термины теории линейной перспективы совпадают с приведенными в этом учебнике.

ет видимый образ созерцаемого предмета, поэтому ви́дение — это итог работы глаза и мозга; человек скорее способен «видеть без глаз» (например, во сне), чем «без мозга» (например, в обмороке). В силу сказанного такие понятия, как *ви́деть*, *ви́дение*, *ви́димый образ* и т.п. будут [здесь] всюду обозначать только итог совместной работы глаза и мозга (и никогда не будут означать сетчаточного образа или иных промежуточных образов процесса зрительного восприятия). Следовательно, перспектива — метод изображения на плоскости форм предметов, их взаимного расположения и т.п., позволяющий передать зрителю видимый образ внешнего мира.

Будем называть системой научной перспективы такую, которая получается математическим путем только из объективных законов психологии зрительного восприятия человека. Вполне естественно, что подобная научная система не может и не должна заменить творчество художника. Полученное с ее помощью изображение наверняка не будет иметь художественной ценности, хотя оно может оказаться полезным как художнику, так и искусствоведу для более глубокого понимания законов перспективного построения изображения. В рамках такой системы перспективы можно попытаться получить математически безупречное изображение внешнего пространства на плоскости картины.

Построение было бы идеальным (конечно, не с точки зрения искусства, а математики), если бы, глядя на картину, зритель не мог бы отличить возникшие зрительные образы от аналогичных образов, связанных с созерцанием объективного внешнего пространства.

Введем формальное понятие «геометрически идеальное изображение», которое соответствует сформулированным выше требованиям. Если говорить лишь о количественном соответствии геометрических характеристик, то это означает, что в том случае, когда в зрительном восприятии пространства два отрезка кажутся одинаковыми (независимо от их истинных размеров во внешнем пространстве), то и при созерцании картины они должны казаться одинаковыми. Аналогично вдвое больший отрезок должен и при созерцании картины казаться вдвое большим и т.д. Сказанное относится не только к линейным величинам, но и к углам. Прямые, которые представляются в перцептивном пространстве параллельными, или перпендикулярными, или наклоненными друг к другу под некоторым углом *б*, должны и при созерцании картины казаться соответственно параллельными, перпендикулярными или пересекающимися под тем же углом *б*.

Очевидно, что подобное «идеальное изображение» предполагает систему «обманов» зрительного восприятия человека, имитацию зрительного восприятия пространства в процессе созерцания картины. <...> Если схематизировать процесс зрительного восприятия, то простейшая его модель говорит о том, что оно является двуступенчатым. Первой ступенью является образование изображения внешнего пространства на сетчатке глаза, а второй — воссоздание на этой основе облика внешнего пространства в человеческом сознании. О том,

что эти две ступени качественно различны, говорит хотя бы тот геометрический факт, что изображение на сетчатке глаза является двумерным (в первом приближении плоским, наподобие картины), в то время как образованное на этой основе представление о внешнем пространстве — трехмерным, объемным. <...> В соответствии с двуступенчатым характером зрительного восприятия внешнего пространства здесь открываются два принципиально разных пути, ведущих к одной и той же цели.

1. Можно изобразить на картине сетчаточный образ[2]. Поскольку человек его никогда не видит, это можно сделать, лишь используя соответствующие оптико-геометрические закономерности. На таком изображении надо всячески подчеркивать признаки глубины, чтобы «включить» механизм константности величины, который должен подсознательно преобразовать сетчаточный образ, возникающий от созерцания картины, к некоторому перцептивному, совпадающему с тем, который возник бы от созерцания пространства, изображенного на картине, и стимулировать действие механизма константности формы.

2. Можно изобразить на картине видимый образ внешнего мира, т.е. тот, который, будучи основан на сетчаточном образе, уже пребразован закономерностями зрительного восприятия. Но в этом случае надо стремиться к тому, чтобы при созерцании картины механизмы константности были «включены» не на «полную мощность», а с известным тактом, избирательно, поскольку их действие уже учтено в изображении и повторное геометрическое преобразование сетчаточного образа, возникшего от созерцания картины, может исказить образ, возникающий от созерцания реального пространства, изображенного на картине.

Если вспомнить приводившуюся выше упрощенную схему процесса зрительного восприятия, которую теперь можно уточнить: внешнее объективное пространство → сетчаточный образ → перцептивное пространство, то становится очевидной разница между двумя предложенными способами изображения перцептивного пространства на картине. В первом случае на картине изображается первая ступень зрительного восприятия, и поэтому переход к формированию полноценного зрительного образа существенно связан со второй стрелкой схе-

---

[2] Строго говоря, на картине следует строить такое изображение, при взгляде на которое в глазном яблоке образуется сетчаточный образ, неотличимый от сетчаточного образа реального пространства, показанного на картине. Нетрудно сообразить, что такое изображение надо строить путем центрального проектирования, принимая глаз за центр проектирования, т.е. (предполагая картину плоской) использовать обычную линейную перспективу. Важно при этом отметить, что при создании картины можно не учитывать фактическую форму сетчатки (она вогнута), так как для получения одинакового эффекта от созерцания реального пространства и картины надо получить одинаковые сетчаточные образы, а их фактический вид роли не играет. В этой связи разного рода уточнения системы линейной перспективы, в которых учитывалась вогнутость сетчатки (см., например: *Panofsky E.* Die Perspektive als «symbolische Form». Vortrage der Bibliothek Warburg, 1924—1925; Idem. Aufsatze zu Grundlagen der Kunstwissenschaft. Berlin, 1964), лишены смысла. Говоря ниже о том, что на картине изображен сетчаточный образ, будем всегда помнить, что выполнены условия, сформулированные в настоящем примечании.

мы, передающей действие механизмов константности, т.е. восприятие картины должно быть в известном смысле тоже двуступенчатым. Во втором случае, когда происходит прямое изображение перцептивного пространства, преобразования сетчаточного образа, изменяющие его «геометрию», могут оказаться нежелательными, восприятие должно носить (в том же условном смысле) одноступенчатый характер.

При таком отвлеченном рассуждении оба способа передачи пространства совершенно равноценны, поскольку в конечном итоге ведут к возникновению нужного образа перцептивного пространства. Дело, однако, меняется, если рассмотреть задачу практической реализации обеих намеченных здесь идеальных схем.

Первый метод, основанный на изображении сетчаточного образа, существенно зависит от эффективности процессов, эквивалентных действию механизмов константности зрительного восприятия, которые должны быть возбуждены картиной. В первую очередь речь идет о возможности воспроизвести на картине все признаки глубины. <...> Монокулярные признаки глубины вполне воспроизводимы художником на картине, что нельзя сказать о бинокулярных. Действительно, при созерцании картины конвергенция будет говорить только о том, что все точки плоскости картины равноудалены от зрителя, — но это может резко противоречить изображению, если художник поставил себе целью передать глубокое пространство. Нетрудно сообразить, что к совершенно аналогичному эффекту приведет и диспаратность, да и осязательно-кинестетические представления будут противоречить предположению о той или иной удаленности показанного художником пространства. Следовательно, желательное полное преобразование сетчаточного образа, возникшего от созерцания картины, к нужному перцептивному пространству принципиально невозможно. Таким образом, невозможно создать «идеальное изображение» по первой из рассмотренных схем.

Второй метод лишен указанных недостатков, так как сводится к прямому изображению геометрии перцептивного пространства. В этом случае бинокулярные признаки глубины и осязательно-кинестетические представления могут даже способствовать правильному восприятию картины, так как будут весьма эффективно «тормозить» подсознательные геометрические преобразования изображенного на картине процессами, эквивалентными действию механизмов константности. Однако заключение о предпочтительности второго метода было бы излишне поспешным. Строгий математический анализ показывает, что безупречная передача геометрии перцептивного пространства на плоскости картины невозможна <...>. Точнее, такое избражение может быть правильным лишь частично и будет содержать, вообще говоря, в каких-то элементах отклонения от геометрических характеристик изображаемого перцептивного пространства[3].

[3] В качестве наглядного примера, поясняющего математическую суть сказанного, сошлемся на проблему создания географических карт. Как известно, на плоской карте невозможно

Отсюда можно сделать два вывода. Во-первых, что создание «идеального изображения» вообще принципиально невозможно. Здесь следует подчеркнуть исключительную важность такого вывода. Именно невозможность «идеального изображения» делает неизбежными поиски приближения к идеалу, и естественно возникают разные способы пространственных построений, иногда очень сильно отличающиеся друг от друга. Во-вторых, очевидно, что изображение на картине близких и неглубоких пространств первым из рассмотренных методов, когда основную роль в зрительном восприятии внешнего пространства играют невоспроизводимые на картине признаки глубины, совершенно исключено. В этом случае лишь второй метод непосредственно передает суммарный эффект зрительного восприятия, учитывающий все геометрические преобразования, в том числе и связанные с невоспроизводимыми признаками глубины.

Проведенное на таком самом общем уровне сравнение двух возможных систем изображения перцептивного пространства на картине, будучи в основном правильным, не позволяет сделать окончательного выбора, поэтому ниже приводится более подробное рассмотрение их свойств.

Сохраним за обоими методами изображения перцептивного пространства наименование *систем перспективы*, причем обе эти системы будут одинаково научными, поскольку основываются на одних и тех же закономерностях зрительного восприятия и математики. Для первой из названных систем необходимо уметь строить сетчаточный образ, он будет совпадать с центральной проекцией пространственных объектов на плоскость. Такие проекции легко получаются по правилам линейной перспективы, а соответствующая перспективная система называется *линейной*. (В математике термин «линейно» эквивалентен термину «прямолинейно». В свое время он был применен, чтобы подчеркнуть получение изображения центральным проектированием прямыми линиями)[4]. Очевидно, этот вид перспективы совпадает с той, которая уже столетия преподается во всех художественных учебных заведениях и обычно называется просто перспективной или, что как бы отмечает ее исключительность, «научной перспективой». Представление об исключительности линейной перспективы, конечно, неверно, поскольку второй тип перспективы не менее эффективен и не менее научен. Систему перспективы, соответствующую второму из рассмотренных способов изображения пространств, назовем *перцептивной*. Это очевидным образом связано с тем, что в ней геометрия перцептивного пространства передается непосредственно.

Ниже нередко встретится понятие аксонометрии (параллельной перспективы). Аксонометрией будем называть систему построения перспективы, при

передать без искажений все то, что без труда передается глобусом: форму, размеры материков и т.п. Поэтому и существуют разные картографические проекции, в которых без искажений передаются то одни, то другие элементы, но нет карт, правильно передающих все.

[4] Более четкое представление об этой системе дало бы развернутое наименование: «центральная прямая линейная перспектива». Всюду, где это не вызывает недоразумений, будет употребляться общепринятое сокращенное наименование «линейная перспектива».

котором сохраняется свойство параллельности прямых линий. Аксонометрия является частным случаем как линейной, так и перцептивной систем перспективы. Общеизвестно, что при передаче небольших и одновременно сильно удаленных объектов (теоретически — бесконечно удаленных) в системе линейной перспективы их можно изображать по правилам аксонометрии. Проявляясь в системе линейной перспективы при изображении очень далеких планов, аксонометрия именно по указанной причине в этой системе особой роли не играет. В системе перцептивной перспективы аналогичные аксонометрические построения справедливы для далеких планов, но, помимо того, и при изображении близкого пространства (будет показано ниже). В силу сказанного она играет весьма важную роль в теории системы перцептивной перспективы[5]. <...>

Система линейной перспективы общеизвестна, ограничимся здесь самой краткой констатацией ее геометрических свойств. В основе этой системы лежит метод центрального проектирования из некоторой неподвижной точки (в ней мыслится расположенным глаз смотрящего) на плоскость, перпендикулярную главному лучу зрения. Таким образом, в основе линейной перспективы лежит монокулярность и неподвижность точки зрения. Поскольку эта же схема построения изображения характерна для фотоаппаратов и других аналогичных устройств, постольку линейную перспективу с полным основанием можно назвать также оптической или фотографической. Законы построения изображения в подобной системе перспективы элементарны.

Напомним лишь, что она обладает рядом простых геометрических свойств: прямые объективного пространства изображаются на картине прямыми же линиями; группа лежащих в объективном пространстве горизонтальных параллельных прямых изображается прямыми, имеющими одну общую точку схода на линии горизонта; размеры изображаемых предметов уменьшаются по мере увеличения глубины пространства в простой пропорциональной зависимости и т.п. Известные недостатки системы линейной перспективы вызвали к жизни целый ряд ее «улучшенных» модификаций, позволяющих увеличить угол зрения и т.д. Однако все эти модификации сводятся к проектированию тем или иным образом точек объективного пространства на некоторую поверхность. По сути все эти разновидности однотипны, и для достаточно малых углов все совпадают с обычной системой линейной перспективы. Поэтому ниже будем говорить лишь о последней, как представительнице всех однотипных систем.

Как уже не раз подчеркивалось, человек не видит образовавшейся на сетчатке его глаза оптической проекции внешнего пространства. Поэтому изображение, построенное по строгим правилам линейной перспективы, само по себе может вовсе не соответствовать зрительному восприятию. Как говорилось выше, это соответствие возникло бы, если бы при созерцании картины в системе зрительного восприятия человека подсознательно происходили бы некоторые

[5] Естественное зрительное восприятие дважды становится точно аксонометрическим, и, кроме того, оно более аксонометрично, чем линейная перспектива всюду. <...>

процессы, эквивалентные действию механизмов константности, возбуждаемых при созерцании внешнего объективного пространства. В результате действия этих подсознательных процессов сетчаточный образ как бы «растягивается» в нужных областях и в нужных направлениях. Растяжения могут быть двух видов — равномерные и неравномерные. Первые, увеличивающие размеры, но не изменяющие геометрической формы фигур, характерны для далеких областей пространства, а вторые, при которых почти не происходит изменения размеров, но резко трансформируется форма фигур, характерны для близких областей пространства. <...>

Система перцептивной перспективы связана с непосредственной передачей на картине геометрических свойств перцептивного пространства. Поскольку перцептивное пространство строится всей совокупностью процессов, связанных со зрительным восприятием, то в рассматриваемой системе перспективных построений можно и следует учесть и сильные искажения форм сетчаточного образа для близких областей пространства, и сильные «равномерные растяжения» для далеких его областей.

Чтобы как-то систематизировать изучение свойств обсуждаемого способа построения перспективного изображения, рассмотрим сначала его частный вид, когда сохраняется предположение о монокулярности и не учитывается действие механизма константности формы. Если, основываясь на экспериментах по психологии зрительного восприятия, представить действие механизма константности величины в виде соответствующих математических уравнений, то появляется возможность изобразить не только сетчаточный образ (ему соответствует линейная перспектива), но и построить изображение, которое возникает после подсознательной переработки сетчаточного образа мозгом (перцептивная перспектива). <...> Приведем схематическое изображение горизонтальной поверхности (для наглядности как бы покрытой квадратными плитами) в обеих системах (рис. 1). На левом рисунке показано горизонтальное поле с горами на горизонте, причем условное изображение поверхности земли и гор делится на две области — центральную, которая дана сплошными линиями, и боковые, показанные пунктиром и без «шахматного» выделения отдельных плит.

Это разделение двух типов изображения пространства связано со следующим обстоятельством. Сетчатка человеческого глаза не является однородной. Центральная (главная) ее часть дает высокую четкость восприятия. Ей соответствует сравнительно небольшой угол зрения, размеры которого зависят от того, что считать «четким зрением», в то время как большое периферийное поле зрения дает весьма нечеткое изображение, позволяющее «чувствовать» обобщенно контуры предметов объективного пространства, но не разглядывать их. Условно на рис. 1 область, соответствующая углу четкого зрения, дана сплошными линиями, в то время как область периферийного зрения — пунктиром (вторая область показана не целиком, а лишь частично).

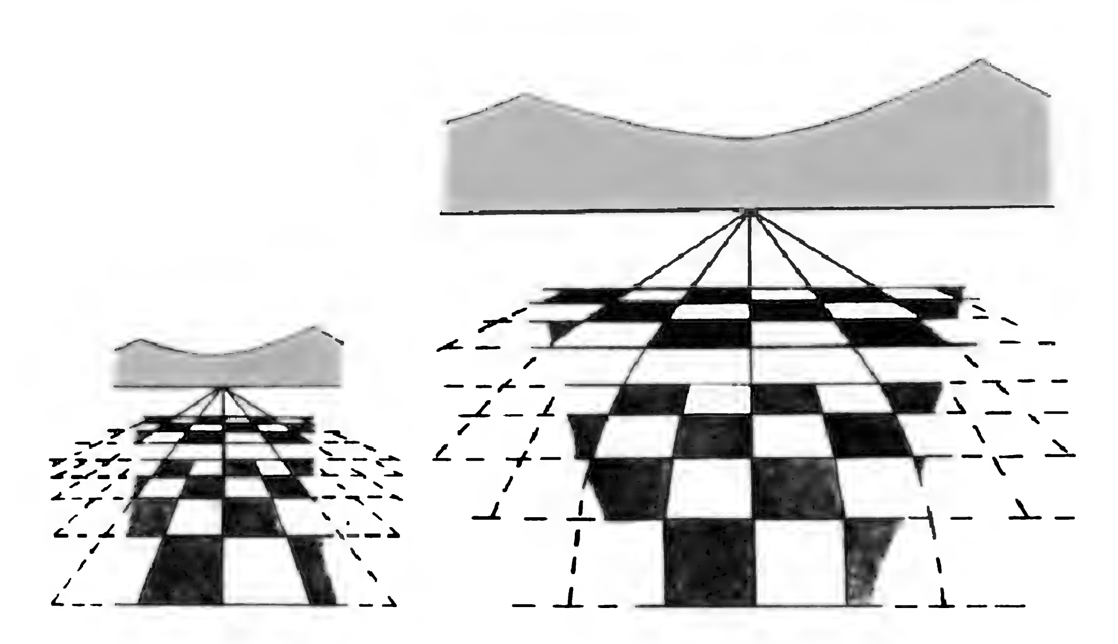


Рис. 1. Дорога и горы в системах линейной и перцептивной перспектив

На правой [части] рис. 1 видим тот же сюжет, но в системе перцептивной перспективы. Сравнение двух изображений позволяет указать на ряд особенностей перцептивной перспективы. Обратимся сначала к сравнению тех областей, которые соответствуют углу четкого зрения, т.е. переданы сплошными линиями. Если сравнить дальние участки (прилегающие к горам и сами горы), то, как и можно было ожидать, разница между системами линейной и перцептивной перспектив сводится к заметному увеличению размеров в последней с сохранением геометрического подобия. Следует, однако, сразу обратить внимание на то, что это увеличение не распространяется на всю плоскость изображения, ведь у основания картинных плоскостей (здесь предполагается, что нижний обрез картины совпадает с основанием картинной плоскости) ширина квадратных плит у обеих картин одинакова, т.е. исходный масштаб для близких областей пространства у обоих изображений одинаков.

Этим обстоятельством объясняются трудности художественной фотографии в горах. Когда альпинист фотографирует своего товарища на фоне могучих гор, то после проявления пленки видит его на фоне невыразительных скромных возвышенностей. Все дело в том, что живое зрительное восприятие альпиниста «растянуло» дальние планы (горы), а фотоаппарат самым точным образом передал лишь сетчаточный образ без каких-либо трансформаций. Неодинаковость «растяжений» передних и глубоких планов приводит, помимо сказанного, к тому, что прямым объективного пространства в системе перцептивной перспективы могут соответствовать кривые линии. Наиболее интересным является сравнение изображения близких областей пространства в обеих системах перспективы. Для системы линейной перспективы характерно изображение близких областей по тем же правилам, что и далеких, об этом свидетельствует тот факт, что и близким

и далеким участкам границ дорожек соответствует одна и та же точка схода на линии горизонта.

Совсем другой характер имеет изображение близкого пространства в системе перцептивной перспективы, так как изображение стало аксонометрическим; границы изображений квадратных плит показаны двумя парами параллельных прямых, т.е. параллельные объективного пространства переданы параллельными же и на картине. Таким образом, аксонометрия (параллельная перспектива) оказывается, как уже говорилось, частным случаем перцептивной для очень близких областей пространства. Именно потому, что аксонометрия связана с естественным зрительным восприятием ближнего окружения человека, она играет в творчестве художников, передающих близкое пространство, весьма важную роль. Общеизвестная аксонометричность далеких планов в системе линейной перспективы представляет, с точки зрения изобразительного искусства, ограниченный интерес и проявляется, например, тогда, когда изображаются небольшие строения, расположенные на дальних планах. Иногда этот свойственный линейной перспективе переход к аксонометричности вспоминают для объяснения подобных изображений на переднем плане и утверждают, что художник для передачи геометрических форм предметов как бы переносит себя мысленно «в бесконечность». Но такое объяснение будет надуманным и формальным, ибо ни один здравомыслящий человек не станет для передачи облика небольшого предмета убегать на значительное расстояние от него, скорее он подойдет поближе. Неудивительно, что при изображении больших зданий и ансамблей, занимающих все поле зрения, обычно пользуются линейной перспективой, а для изображения архитектурных деталей (т.е. рассматриваемых с близкого расстояния предметов) всегда предпочитают аксонометрию. Это не только проще в исполнении, но и вернее, т.е. ближе к зрительному восприятию. Столь же естественно и обычное появление аксонометрии во всех тех случаях, когда человек передает свое зрительное восприятие ближнего пространства непосредственно. Это характерно не только для детского рисунка, но и для многих художественных культур Запада и Востока.

На правой [части] рис. 1 область, соответствующая углу четкого зрения, показана расходящейся в глубину, что связано с эффектом «растяжения» частей сетчаточного образа, соответствующих удаленным областям пространства. Не следует думать, что это результат некоторой математической абстракции и что он не имеет непосредственного отношения к живому зрительному восприятию. Если опустить голову и внимательно посмотреть на землю у ног, мысленно зафиксировав область четкого зрения, а затем, подняв голову, посмотреть на горизонт, то возникнет ощущение расширения угловой меры области четкого зрения, хотя на самом деле этот угол останется неизменным.

Трансформации сетчаточного образа, в результате которых изображение в левой [части] рис. 1 приобрело вид, показанный на правой схеме, связаны с действием механизмов константности величины. Известно, однако, что трансфор-

мациям указанными механизмами подвергается лишь область четкого зрения. Периферические области сетчаточного образа подвергаются лишь простейшей трансформации, объясняемой «подравниванием масштабов» областей четкого и нечеткого зрения и сохранением непрерывности изображения. В этой связи область нечеткого зрения характеризуется пространственными построениями, близкими к сетчаточному образу, т.е. близкими к линейной перспективе. В самых общих чертах это и показано пунктирными линиями на правой [части] рис. 1.

В заключение следует упомянуть, что фактически человек не способен охватить четким зрением всей показанной на рис. 1 сплошными линиями области пространства. Чтобы увидеть пространство от близких областей до горизонта, следует примерно трижды изменить направление взора, постепенно подымая голову. Условное разделение на области четкого и нечеткого зрения дано на схеме лишь в горизонтальном и не дано в вертикальном направлении. Фактически человек будет видеть четко либо одну-две нижние полосы черно-белых плит, либо области горизонта и плиты, лежащие выше горизонтальной полосы, в которой нет разделения на белые и черные плиты, либо промежуточную область. Нелишне заметить, что искривление линий, ведущих к точке схода на горизонте, не будет бросаться в глаза, поскольку в каждой из этих трех областей, рассматриваемых отдельно, обсуждаемое искривление не очень велико. Поэтому схема, приведенная на рисунке, не является примером «правильного» изображения, а всего лишь поводом для рассуждений о характере зрительного восприятия человека.

Столь сильное различие зрительного впечатления от изображений, показанных схематично в двух системах перспективы, говорит, в частности, о том, что система линейной перспективы не может полностью удовлетворить художника. Выдающиеся мастера изобразительного искусства, прекрасно чувствуя недостаточное соответствие изображений, построенных в системе линейной перспективы, зрительному восприятию пространства, «подправляли» ее вкраплением элементов системы перцептивной перспективы. Анализ рисунков Брюллова, Поленова, Верещагина, Репина, Серова и других художников, произведенный М.Ф. Федоровым, показал, что наиболее типичные отклонения от строгих правил линейной перспективы, свойственные им, можно свести к трем: плавное искривление линий, в натуре являющихся прямыми, преувеличение размеров предметов на дальнем плане и несколько разных точек схода для объективно параллельных прямых. Все эти отклонения от строгой линейной перспективы являются очевидным следствием стремления художников приблизиться к зрительному восприятию пространства на основе типичных особенностей перцептивной перспективы[6].

---

[6] См.: *Федоров М.Ф.* Рисунок и перспектива. М., 1960. С. 63. Конечно, подобные коррективы системы линейной перспективы свойственны не только русскому искусству. Кроме того, они вовсе не ограничиваются задачей приближения к зрительному восприятию, а нередко несут функции усиления выразительности.

Хотя упомянутые выше художники и допускали понятные с точки зрения теории перцептивной перспективы отклонения от строгой системы линейной перспективы, они твердо держались последней как основы изображения протяженных в глубину пространств.

Для дальних частей пространства линейная и перцептивная перспективы практически совпадают; это видно на рис. 1 и следует из приводившихся выше свойств процесса переработки сетчаточного образа в системе зрительного восприятия, когда изображение дальних областей пространства подвергается равномерному «растяжению» с сохранением геометрического подобия. Для выявления различия между линейной и перцептивной системами перспективы следует обратиться к изображению какого-либо простого предмета, расположенного в области близкого переднего плана. Рассмотрим с этой целью различные схемы изображения интерьера — неглубокой и очень небольшой прямоугольной комнаты.

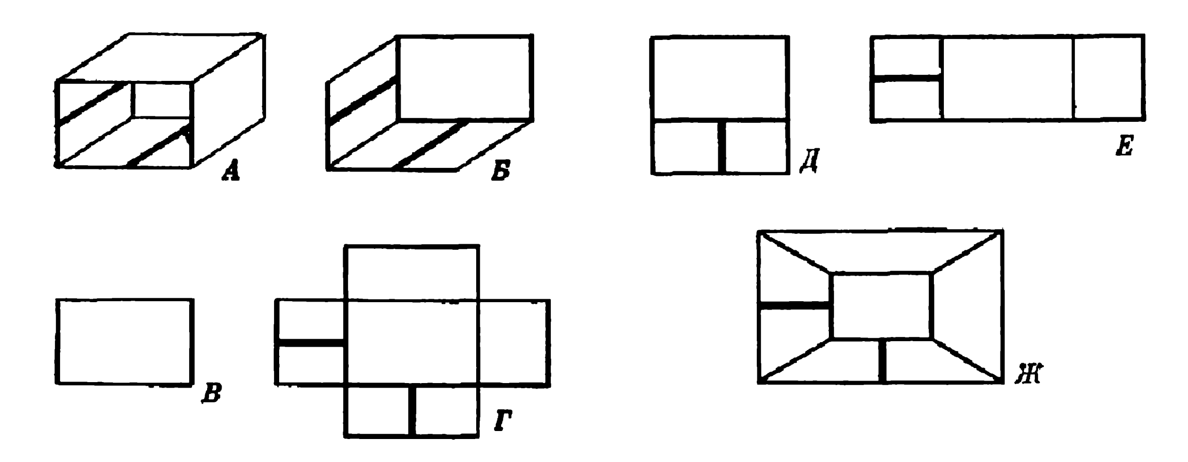


Рис. 2. Возможные варианты изображения неглубокого и неширокого интерьера

На рис. 2 даны некоторые варианты таких схем. Жирными линиями на всех схемах показаны прямые, нанесенные на середину пола и левой стены. Обе эти линии параллельны соответствующим ребрам параллелепипеда, образующего комнату. Схема *А* является обычным аксонометрическим изображением, однако оно дает изображение комнаты снаружи, в то время как необходимо показать комнату с точки зрения человека, стоящего внутри нее. Если использовать для этой цели тот же прием, возникает схема *Б,* основным недостатком которой является частичное изображение интерьера; эта схема не позволяет, например, показать одновременно обе стены комнаты, хотя человек, стоящий внутри нее, способен видеть эти стены сразу. Наиболее строгим типом аксонометрического изображения комнаты при виде спереди можно считать схему *В,* где показана дальняя от зрителя стена. Поскольку в аксонометрии расстояние от одной боковой стены до другой или от потолка до пола с изменением глу-

бины не меняется, постольку изображаемая ширина или высота комнаты для всех расстояний от смотрящего будет одной и той же. Это приведет к тому, что стены, пол и потолок спроектируются в линии, а жирные линии — в точки (не показанные на схеме). Схема *Г* является явно недопустимой, поскольку содержит разрывы изображения, зато в ней правильно переданы два свойства видимого образа комнаты: правая и левая границы пола и нанесенная на него жирная линия не только параллельны между собой, но и перпендикулярны к дальней стене комнаты; тем же свойством обладают изображения левой стены, правой стены и потолка. Поскольку разрыв изображения недопустим, здесь так же, как и при переходе от схемы *А* к схеме *Б*, можно идти по пути частичного изображения интерьера; так возникают схемы *Д* и *Е*. Выбор одной из последних двух схем обусловлен общим художественным замыслом, поскольку связан с «отсечением» второстепенных в данной композиции плоскостей. Схема *Ж* дает изображение того же интерьера в линейной перспективе (для определенности принято, что художник стоит на равном расстоянии от стен и жирная линия на левой стене проведена на уровне его глаз). Недостатком последнего изображения является нарушение четко видимой человеком параллельности линий: жирные линии, которые и фактически, и в зрительном восприятии являются параллельными, художник вынужден изображать в виде перпендикулярных линий.

Приведенные здесь схемы являются иллюстрацией к высказанному выше утверждению о невозможности создания «идеальной» картины. Действительно, «идеальная» картина должна была бы обладать следующими свойствами: отсутствием разрывов изображения; одновременной видимостью боковых стен, потолка и пола; взаимной параллельностью ребер, образованных пересечениями боковых стен, потолка и пола (или только слабым отклонением от этой параллельности); перпендикулярностью этих ребер соответствующим границам дальней от зрителя стены (или только слабым отклонением от этой перпендикулярности). Все показанные схемы далеки от идеальной; схемы *Б, Д* и *Е* дают интерьер лишь частично, к тому же в схеме *Б* утеряно приведенное выше свойство перпендикулярности; схема *Г* содержит разрывы; в схеме *В* нет изображения боковых стен, потолка и пола; в схеме *Ж* параллельные линии утеряли это важное свойство, а две жирные стали даже взаимно перпендикулярными. Как видим, обе теоретически возможные системы перспективы способны передать на картине лишь некоторые свойства перцептивного пространственного образа, что приводит к проблеме компенсации искажений видимого образа в них. В соответствии с двухступенчатой схемой зрительного восприятия человека и отвечающим этим ступеням двум системам перспективы возникают и два метода компенсации неизбежных в любой системе перспективы искажений образа, создаваемого системой зрительного восприятия человека.

Если художник использует систему линейной перспективы, то, как уже говорилось [ранее], важно восприятие, опирающееся на все признаки глубины.

Из <...> признаков глубины художник, как уже отмечалось, в состоянии изобразить лишь часть монокулярных признаков. Это сразу делает практически безнадежной попытку компенсировать искажения, свойственные изображениям близких предметов в системе линейной перспективы, поскольку при созерцании близких предметов в натуре именно бинокулярные признаки глубины являются основными. В силу сказанного художник не должен изображать очень близкие предметы вообще[7]. Если обратиться к несколько более удаленным областям пространства, то здесь роль монокулярных признаков глубины увеличивается, а для далеких областей они являются единственными. Чтобы усилить эффективность преобразования сетчаточного образа, художник должен подчеркивать те признаки глубины, которые он в состоянии использовать для этой цели. Такой признак, как уменьшение размеров предметов по мере их удаления в глубину, является непосредственным результатом использования линейной перспективы и поэтому не требует особого внимания. Столь же просто и то, что более близкие предметы заслоняют далекие и что по мере удаления в глубину изображения предметов приближаются к линии горизонта на картине. Эти два признака тоже являются следствием применения линейной перспективы. Совершенно иной, не геометрический и поэтому особенно эффективный характер имеют два других признака — воздушная перспектива и системы теней на больших поверхностях. Немаловажную роль в том «обмане» системы зрительного восприятия, который должен заставить почувствовать пространственную подлинность изображенного на картине, играет и «узнавание», что, в свою очередь, требует по возможности более близких к натуре красок.

Однако в картине, написанной в системе линейной перспективы с использованием всех возможных (в том числе и не геометрических) признаков глубины, ряд признаков глубины воспроизвести невозможно. Кроме того, созерцающий картину не может полностью отвлечься от фактуры ее поверхности и т.п. Тем не менее, не сама геометрия изображения (линейная перспектива), а именно эта работа мозга, аналогичная той, которую он совершает, образуя субъективное трехмерное пространство по двумерному сетчаточному образу, и дает ощущение глубины, которое характерно для изображений, построенных по правилам линейной перспективы. В тех случаях, когда художник не следует правилам линейной перспективы, но применяет все пять перечисленных здесь признаков глубины, ощущение глубины пространства тем не менее возникает. Это видно на примере средневековой китайской пейзажной живописи. Приведенный здесь пейзаж художника Ся Гуя свидетельствует об этом (рис. 3)[8].

---

[7] Когда изображение таких предметов необходимо, то художники отклоняются от требований линейной перспективы.

[8] Воспроизведение именно признаков глубины (а не та или иная геометрия изображения сама по себе) дает решающий вклад в ощущение глубины изображенного пространства. По этой причине картины, передающие близкие области пространства, всегда являются более «плоскими», чем, например, пейзаж, ведь для близких областей пространства определяющими являются



Рис. 3. Ся Гуй. Осенний пейзаж. Альбомный лист. Конец XII—начало XIII в

Зрительное восприятие, о котором здесь идет речь, обладает некоторым свойством интегральности. Мозг зрителя преобразовывает всю картину как целое, находя некоторый суммарный подход к пространственной интерпретации изображенного. Это позволяет усилить нужное преобразование изображений относительно близких предметов, используя признаки глубины, эффективно действующие по отношению к далеким предметам (например, воздушную перспективу), если эти далекие предметы изображены на той же картине.

Начиная с детского возраста, современный человек имеет дело преимущественно с изображениями, использующими систему линейной перспективы. Совершенно строго этим свойством обладают фотографии и кинокартины, а

невоспроизводимые на картине бинокулярные признаки глубины. Как много мы теряем, не имея возможности воспроизвести эти признаки, наглядно показывают стереоскопические и голографические изображения близких областей пространства (в то время как далекие его области при монокулярном наблюдении и наблюдении в стереоскоп практически одинаковы).

в основных чертах и телевизионное изображение. Помимо сказанного, вот уже несколько столетий картины, книжные иллюстрации и т.п. имеют в своей основе систему линейной перспективы. Как бы она ни искажала видимые образы, наш мозг привык к этим искажениям и умеет их интерпретировать, а следовательно, и «не замечать». Этому способствует также жестко запрограммированный характер искажений, обусловленный однозначными правилами построения линейной перспективы. Более того, совершенно неестественные искажения видимых образов, которые нам подарила фотография (например, пушечные стволы, снятые с близкого расстояния со стороны дула, имеющие гипертрофированно-огромные диаметры дула по сравнению с более удаленными частями ствола орудия), стали постепенно переходить на холсты художников, не вызывая чувства протеста зрителей. Между тем фотографическое изображение далеко не «естественно». Об этом говорят наблюдения психологов, отмечавших, что народы, стоящие на более низкой ступени цивилизации, не воспринимают фотографии как естественное изображение внешнего мира.

Нам трудно представить себе ту огромную работу по «воспитанию» зрителя, которую проделали мастера эпохи Возрождения. Следы этой работы можно и сейчас видеть на их полотнах. Картины эпохи Возрождения нередко характеризуются подчеркнутым изображением глубины: это и длинные коридоры, и открытые окна или двери, в которых мастерски изображены убегающие вдаль дороги, в которых видны цепи гор с замками, пространственно разделенные искусным использованием воздушной перспективы, и т.п. На этих полотнах художники, прежде всего, решали стоявшие перед ними художественные задачи, но весьма вероятно, что одновременно они (интуитивно, конечно) стремились вызывать у зрителя эмоции, оказывающие действие, эквивалентное механизму константности величины. Несколько выше уже говорилось, что зритель воспринимает и перерабатывает в своем сознании картину интегрально как нечто целое; следовательно, чувство глубины, возбужденное подчеркнутым изображением непрерывности дали, стимулировало переработку и более близких планов по тем же законам и усиливало художественный эффект от применения линейной перспективы для тех областей пространства, где она уже заметно отличается от перцептивного образа.

Здесь уместно напомнить, что далекие области пространства изображаются в линейной и перцептивной системах перспективы геометрически подобным образом. Поэтому линейная перспектива, примененная по отношению к далеким областям пространства, не могла казаться странной человеку, приученному к перцептивной перспективе. Если к тому же учесть, что по отношению к далеким областям пространства действуют только вполне воспроизводимые на картине монокулярные признаки глубины, то возбуждение при этом центров системы зрительного восприятия человека, ответственных за преобразование ретинального изображения в трехмерное перцептивное пространство (т.е. возбуждение чувства глубины), не должно было вызвать больших трудностей. Постепенно

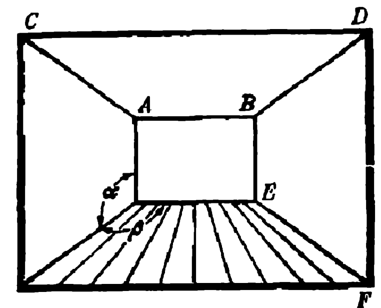
привычка к линейной перспективе сделала ненужными такие косвенные приемы возбуждения чувства глубины при изображении близких планов.

Изображение в перцептивной перспективе (речь идет, конечно, о близких областях пространства, где обе системы перспективы различаются) строится с учетом действия механизмов константности. Здесь повторная переработка изображенного системой зрительного восприятия человека может привести к искажениям видимого образа, поэтому признаки глубины должны вводиться в перцептивную перспективу с осторожностью.

В силу принципиальной невозможности передать на плоскости картины образ перцептивного пространства без искажений художник вынужден стремиться полностью устранять искажения при изображении основных элементов и переносить их на второстепенные. <...>

Каковы методы компенсации неизбежных в достаточно полном перспективном изображении искажений геометрического характера (нарушений видимой параллельности линий, относительных размеров предметов и т.п.)? Связанный с этим круг вопросов проиллюстрируем уже обсуждавшимся примером изображения небольшой и неглубокой комнаты.

Приведем два изображения комнаты (рис. 4), причем верхнее, построенное по правилам линейной перспективы, можно считать, с уже приводившимися оговорками, сетчаточным образом. Если сравнить его с видимым образом, то нетрудно будет отметить ряд несоответствий: в результате действия механизма константности величины видимая ширина задней стены *AB* будет очень близка к *CD*, угол *в* станет почти прямым, а доски пола практически приобретут конфигурацию прямоугольников. Попытаемся передать это на плоскости бумаги. В результате возникнет изображение, приведенное в нижней части рис. 4. Очевидно, что более правильная передача перцептивного образа задней стены, пола и потолка произошла за счет еще более сильного, чем в линейной перспективе, искажения видимого образа боковых стен, — они превратились в едва уловимые трапеции. Нетрудно сообразить, что все рассуждения, приведенные относительно пола и ширины задней стены, справедливы и по отношению к боковым стенам и высоте задней стены: механизм константности величины должен почти уравнять отрезки *BE* и *DF*, а угол *б* должен стать близким к



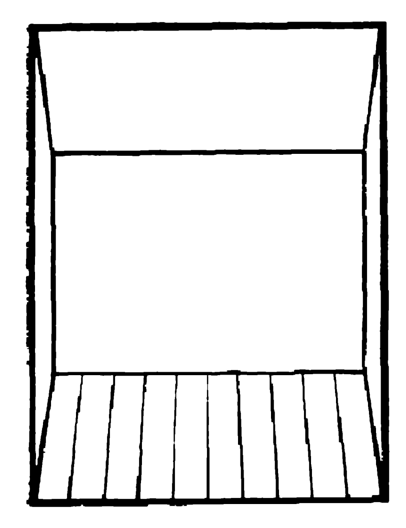


Рис. 4. Метод локальной компенсации искажений в системе перцептивной перспективы

прямому. Однако в нижней части угол, который был обозначен *б*, стал еще более тупым, а относительные размеры высот, соответствующих *BE* и *DF*, сблизились недостаточно. Таким образом, здесь не только еще раз проиллюстрирована невозможность адекватного изображения на плоскости пространственного перцептивного образа, но, главное, показан метод компенсации перспективных искажений в системе перцептивной перспективы.

В системе перцептивной перспективы правильная передача некоторых элементов изображения (например, пола) происходит за счет искажения других элементов того же изображения (например, боковых стен); если эти искажения представляются художнику слишком сильными, он вправе (когда это возможно) просто не изображать соответствующие элементы; в частности, можно было бы в нижней [части] рис. 4 не показывать боковых стен вообще, а использовать прием, приводящий к схеме типа *Д* на рис. 2[9].

Следовательно, если ставить вопрос в общей форме, то в отличие от линейной перспективы, искажения которой жестко запрограммированы правилами ее построения и как бы равномерно разлиты по всему изображению, в системе перцептивной перспективы искажения можно произвольно смещать, полностью устраняя их из одних — главных — элементов изображения за счет усиленного искажения других — второстепенных. Компенсация искажений в системе линейной перспективы носит единый, суммарный для всей картины характер (за счет переработки всей картины системой восприятия зрителя), в то время как в системе перцептивной перспективы компенсация, будучи принципиально более полной, чем в линейной, носит локальный характер. Распределение элементов изображения на «главные» и «второстепенные» зависит от художника: он выбирает, сообразуясь с решаемыми им художественными задачами.

В принципе мыслим и иной подход, когда вопрос об общих свойствах изображения был бы поставлен и решен до того, как художник сядет за работу. Например, решено, что ошибки допустимы для вертикалей, но исключены для горизонталей. Тогда соответствующие «компенсации» и неизбежно связанные с ними искажения были бы внесены в расположение точек «пустого» пространства как бы заранее и так же, как система линейной перспективы, система перцептивной перспективы стала бы «жесткой» с заранее сформулированными правилами ее построения. Тогда любая точка предметного пространства ложилась бы в одну и ту же точку картинной плоскости независимо от того, какой предмет в этой точке картинного пространства находится, что полностью устранило бы «произвол» художника. Конечно, подобная жесткая система перцептивной пер-

---

9 Изображение комнаты без боковых стен не следует рассматривать как грубое отклонение от художественной правды. Когда человек сосредоточивает внимание на поверхностях пола и задней стены, то боковые стены оказываются в области нечеткого периферического зрения, их присутствие скорее чувствуется, чем регистрируется зрением со всеми подробностями и деталями. Поэтому отсутствие изображения боковых стен может быть правдивее детальной и к тому же сильно искаженной передачи их на картине.

спективы, возможная математически, художниками никогда не используется, однако ее удобно вводить при искусствоведческом анализе. <...> Таким образом, теоретически возможны следующие разновидности систем перспективы:

1) система линейной перспективы (всегда жесткая);

2) система перцептивной перспективы:

а) свободная,

б) жесткая.

Чтобы закончить общее рассмотрение систем перспективы, надо остановиться на двух частных вопросах. Первым из них выберем вопрос об учете свойств периферического зрения, а вторым — учет механизма константности формы. Выше уже говорилось, что центральное поле четкого зрения и широкое поле периферического зрения обладают разными свойствами, и это обстоятельство должно как-то сказываться на работе художников.

Пусть следует изобразить неглубокий интерьер, однако его ширина будет больше поля четкого зрения. Тогда в сознании человека, стоящего на равных расстояниях от боковых стен и смотрящего прямо перед собой, возникнет картина, схематически представленная на рис. 5 *А*. Предполагая для простоты рассуждений полную константность восприятия на малом расстоянии до дальней стены (это условие приближенно выполняется и фактически), можно утверждать, что доски пола в средней части комнаты человек увидит группой параллельных линий, одновременно перпендикулярных дальней от него границе пола. Что касается боковых стен комнаты, то они попадут в поле нечеткого периферического зрения (это обстоятельство показано на рисунке прерывистыми линиями), и, поскольку механизмы константности не преобразовывают области периферического зрения по своим законам, стены комнаты будут видны в нечеткой прямой перспективе, близкой к обычной линейной. Что касается досок пола у боковых стен, то их изображение будет тоже «размытым», а поскольку они много меньше стен, их конфигурация будет существенно менее определенной, чем конфигурация стен, и это отмечено на схеме тем, что нечетко видимые доски пола просто не изображаются.

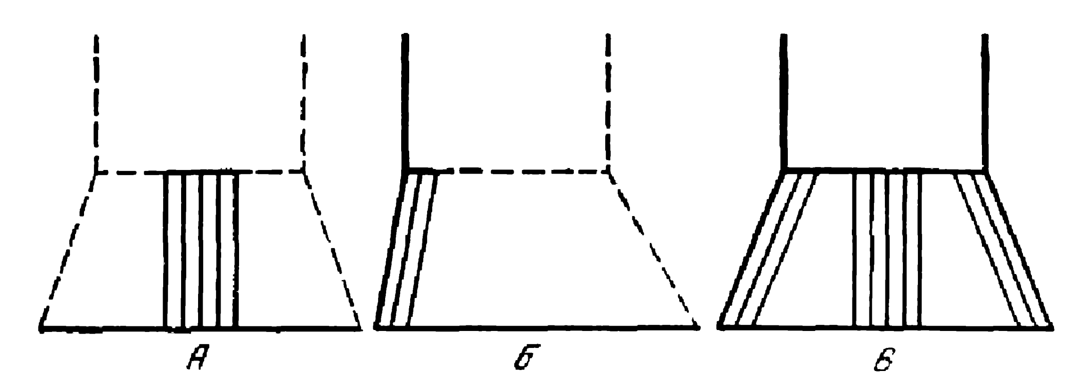


Рис. 5. Изображение пола широкой комнаты, требующее уточняющих переносов взгляда

Желая уточнить облик боковых стен и прилегающего к ним пространства, художник перенесет взор, например, влево. Тогда область четкого зрения будет у левой стены, и в его сознании возникнет картина, показанная на рис. 5 *Б*. Теперь он четко увидит левые доски пола тоже серией параллельных прямых (ведь область четкого зрения преобразуется механизмом константности), одновременно параллельных левой границе пола. Совершенно аналогичная ситуация возникнет и при переносе взора вправо. Если теперь художник захочет передать свое видение на картине, изобразив как центральную, так и боковые части пола такими, какими он их видит, то это приведет к схеме на рис.5 *В*.

Итоговая схема *В* наглядно иллюстрирует трудность, с которой столкнется художник. Если просто последовать ей, то становится совершенно неясным, как «склеить» изображения боковых и центральной групп досок пола: ведь эти три серии параллельных прямых в области «склейки» придут в кричащее противоречие друг с другом, образовав на картине «пустые» треугольники. Забегая вперед, отметим, что эта проблема постоянно беспокоила художников. В некоторые эпохи предпочитали вовсе не показывать боковых стен, иногда показывали боковые стены, опустив или «замаскировав» центр, иногда показывали лишь один угол комнаты, как на рис. 5, *Б*. В системе линейной перспективы распределили ошибки изображения «поровну», дав всюду одинаково сходящиеся к дальней стене доски пола и всюду нарушив этим зрительное восприятие, ибо куда бы ни смотрел человек в натуре, он в том направлении видит доски пола с параллельными границами.

Решение задачи изображения пола в полном соответствии со зрительным восприятием оказалось по плечу лишь постимпрессионизму. Обратимся в этой связи к известному полотну Ван Гога «Комната в Арле» (рис. 6). Ван Гог решил эту задачу с поистинно замечательной простотой. Он передал структуру пола серией, казалось бы, беспорядочно изображенных четырехугольных фигур, как бы изображениями прямоугольных элементов паркетного пола. Однако эта «беспорядочность» имеет скрытую рациональную структуру. Человеческое восприятие обладает свойством «объединять» даже бесформенные пятна в линии и фигуры, поэтому при взгляде на полотно Ван Гога мы ясно ощущаем, что в центральной части комнаты структура пола образована почти параллельными полосами, уходящими к стене с окном. Ван Гог сделал их не строго параллельными просто потому, что так видел (ведь строгая параллельность на рис. 5 была введена для простоты рассуждений). Но удивительным образом и при переносе взгляда к боковым стенам мы снова видим такую же приблизительно параллельную структуру, то же самое можно сказать и о любой другой области изображенного пола. Нерегулярные элементы «паркета» обладают свойством в зависимости от того, на какую часть изображения пола смотрит человек, «складываться» в приблизительно параллельные структуры, без того чтобы где-либо образовались недопустимые «треугольники», о возможности появления которых говорит рис. 5 *В*. Но Ван Гог был вынужден отказаться от четкого «вырисовывания» каждой доски, как это сделал бы, например, художник эпохи Возрождения.



Рис. 6. Ван Гог. «Комната в Арле». 1888 г. Чикаго, Институт искусств

До настоящего времени при сравнении систем линейной и перцептивной перспектив учитывалось преобразование сетчаточного образа лишь только механизмом константности величины. Чтобы закончить рассмотрение вопросов, возникающих при непосредственной передаче зрительных образов на плоскости картины, следует оговорить и те проблемы, которые дополнительно возникают перед художником, поскольку его зрительное восприятие (как и восприятие любого человека) подвержено также действию механизма константности формы. <...>

Учет действия механизма константности формы надо производить отдельно по отношению к локальным областям пространства, связанным с расположенными в них предметами. Такой именно метод и принят в настоящем [тексте].

Таким образом, система перцептивной перспективы оказалась достаточно гибкой. После того как сетчаточный образ преобразован системой зрительного восприятия и художник приступает к перенесению этого восприятия на плоскость изображения, он сталкивается с фундаментальным свойством этого процесса — принципиальной невозможностью абсолютно точного переноса геометрических свойств восприятия на плоскость картины. Эта невозможность связана с действием как механизма константности величины, так и механизма константности

формы. В зависимости от того, каким образом будет решена художником задача компенсации неизбежных искажений, что он решит передавать точно, а что «искажать», могут возникнуть разные типы перцептивной перспективы, и эта разнотипность действительно наблюдается в истории искусства. <...>

В заключение следует дать сравнение свойств двух основных систем перспективы — линейной и перцептивной.

1. При изолированном изображении удаленных областей пространства обе системы совпадают и обе точно воспроизводят естественное зрительное восприятие. Их отличие возникает тогда, когда оказывается необходимым изображать средний и тем более близкий передний план.

2. Независимо от применяемой системы перспективы изображение среднего и близкого передних планов без отклонений от геометрии зрительного восприятия (без «ошибок») невозможно.

3. Изображение на картине близких областей пространства в системе линейной перспективы малоэффективно, поскольку непередаваемые в картине бинокулярные признаки глубины играют при созерцании этих областей основную роль. Построенное на этой основе изображение будет восприниматься зрителем как содержащее особенно много очень грубых «ошибок». Перцептивная перспектива, в которой происходит изображение геометрии зрительного восприятия, не знает таких ограничений (поэтому художники, пишущие групповой портрет с равновеликими головами, без их перспективного сокращения, фактически работают в системе перцептивной перспективы).

4. Правила построения изображения в системе линейной перспективы определяются однозначными законами оптики, т.е. не связаны с работой человеческого сознания (пример — фотография). Построение изображения в системе перцептивной перспективы, т.е. передача на плоскости картины геометрии зрительного восприятия, не может быть осуществлено без опоры на работу человеческого сознания. Эта опора сводится не только к подсознательной работе системы восприятия, но и к сознательному выбору элементов изображения, которые допустимо исказить, и элементов, которые следует передать в точном соответствии со зрительным восприятием. Поскольку этот выбор осуществляет художник, согласуясь с решаемыми им задачами, постольку может существовать много геометрически разных изображений одного и того же картинного пространства, написанного с одной и той же точки зрения. Следовательно, система линейной перспективы носит однозначный, а система перцептивной перспективы многозначный характер.

5. Неизбежность искажений геометрии зрительного восприятия при передаче среднего и близкого передних планов приводит к необходимости компенсации этих искажений. В системе линейной перспективы, где искажения жестко заданы правилами ее построения, единственным методом компенсации является подчеркнутое изображение тех признаков глубины, которые в состоянии воспроизвести художник (с целью возбуждения центров системы

зрительного восприятия, производящих преобразование сетчаточного образа в перцептивное пространство). Поскольку художник может воспроизвести на картине лишь часть этих признаков, компенсация будет неполной. В системе перцептивной перспективы художник, передавая точно геометрию тех элементов, которые для него важны, допускает искаженное изображение других. При этом действует «закон сохранения искажений»: правильное изображение одного элемента ведет к усиленному искажению другого. Иногда это грозит искажениями настолько сильными, что художник предпочитает просто не изображать соответствующий элемент, попадающий в поле зрения (например, опускает воспроизведение боковых стен интерьера). В системе линейной перспективы вследствие неадекватности построенного по ее правилам изображения естественному зрительному восприятию искажения равномерно распределены между всеми элементами (т.е. все изображено «неверно»), а в системе перцептивной перспективы совокупность локально правильных элементов будет дополнена соответствующим количеством элементов, искаженных сильнее, чем в системе линейной перспективы.

Приведенные здесь свойства обеих систем перспективы не дают оснований считать одну из них заведомо лучше другой. Скорее, они должны иметь различные области применения.

Сравнение двух систем перспективы было начато с констатации того факта, что для изолированного изображения дальних областей пространства они совпадают. Это позволяет сформулировать и иной подход к проблеме. Можно утверждать, что существует только перцептивная система перспективы, а линейная является ее частным случаем для удаленных областей пространства. Такая постановка вопроса основывается, в частности, на том, что в отличие от системы линейной перспективы перцептивная способна давать изображения от самых близких до сколь угодно далеких областей пространства. Более подробное изложение сформулированного здесь подхода рационально произвести после того, как на примерах произведений искусства будут достаточно подробно изучены и уточнены особенности системы перцептивной перспективы.

Система линейной перспективы ослепила многих математическими формулами и оптико-геометрическими построениями, лежащими в ее основании; причем не смущала даже бросающаяся в глаза беспомощность этой системы при изображении весьма важных близких областей пространства. Иногда фетишизация этой системы доходила до того, что ее объявляли единственно правильным способом изображения (ведь с математикой не поспоришь!), а следовательно, обязательным признаком реалистической живописи[10].

---

[10] См.: например: *Волков Н.Н.* Восприятие предмета и рисунка. М., 1950. С. 62, 181. В своей последней монографии (см.: *Волков Н.Н.* Композиция в живописи. М., 1977) автор отказался от подобных крайних утверждений.

В статье «Перспектива в картине» (см.: Художник. 1978. № 7) А. Зайцев пишет о линейной перспективе, что это система, «позволяющая художнику создавать на двумерной плоскости наи-

Следует напомнить, что математика — всего лишь мощный инструмент, а результаты его использования зависят прежде всего от того, к чему этот инструмент прикладывают. Система линейной перспективы передает лишь первую ступень зрительного восприятия, и ее математическое обоснование тоже не переступает этой черты.

В эпоху Возрождения великие создатели системы перспективы не имели ни малейшего понятия о том большом вкладе, который дает работа мозга в систему зрительного восприятия, да если бы они это и знали, уровень развития математики того времени не позволил бы привлечь ее к описанию работы системы «глаз + мозг». Однако ограничиваться архаичными представлениями XV в. сегодня означает тянуть искусствознание назад.

Система перцептивной перспективы тоже может быть обоснована строгими математическими выкладками. При этом оказывается необходимым использовать не школьную алгебру и геометрию (как при обосновании системы линейной перспективы), а интегральное исчисление, и в некоторых случаях даже геометрию Лобачевского. Следовательно, система перцептивной перспективы имеет все права тоже называться научной перспективой. Более того, как это и должно быть в точных науках, новая, перцептивная научная перспектива не отменяет старую, а содержит ее в себе в качестве частного случая (изображение удаленных областей пространства).

Характерная для начала века ошибочная оценка средневекового искусства как наивного, несовершенного приводит иногда сегодня к неоправданной апологетике его, к принижению достижений живописи нового времени. Нетрудно видеть вредность как того, так и другого. Однако представляется, что фетишизация системы линейной перспективы, и даже не столько среди искусствоведов, сколько среди широких слоев любителей изобразительного искусства, является особенно вредной.

более убедительное изображение трехмерного пространства» (с. 51). Утверждение о наибольшей убедительности ни на чем не основано, да к тому же и неверно <...>, но такое утверждение типично для той позиции, о которой здесь идет речь. Не менее выразительно и следующее рассуждение: «<...> правильно перспективно видеть не легко, <...> у древнерусского художника <...> естественность восприятия вела к массе неправильностей. <...> Это были просто ошибки, потому что он рисовал, как видел» (с. 53).

3 *Восприятие движения. Системы восприятия реального движения: изображение/сетчатка и глаз/голова. Теории восприятия стабильности видимого мира. Иллюзии восприятия движения: автокинетическое, стробоскопическое и индуцированное движение, эффект водопада. Восприятие времени*

Р. Грегори

Зрительное восприятие движения*

Восприятие движения имеет жизненно важное значение. Для животных, стоящих на эволюционной лестнице ниже человека, движущиеся объекты являются, вероятно, сигналами либо опасности, либо потенциальной пищи и требуют быстрого соответствующего действия, в то время как неподвижные объекты могут быть игнорированы. Фактически, вероятно, только глаза высших животных могут давать мозгу информацию о неподвижных объектах.

Некоторые особенности эволюционного развития зрительной системы, начиная от глаза, способного воспринимать лишь движения, и кончая глазом, воспринимающим формы, сохранились в строении сетчатки человеческого глаза. Края сетчатки чувствительны только к движению. Это можно видеть, совершая колебательные движения каким-либо предметом в области периферии зрительного поля так, чтобы стимулировались только края сетчатки. Вы увидите, что при этом воспринимается только движение и его направление, но невозможно определить, какой предмет движется. Это очень близко к тому, что наблюдается при примитивном восприятии. Самые периферические отделы сетчатки еще более элементарны; когда они стимулируются движениями, мы еще ничего не воспринимаем, однако эта стимуляция вызывает рефлекс поворота глаз, благодаря которому изображение объекта перемещается в центральное поле зрения, с тем чтобы наиболее высоко организованная фовеальная область сетчатки с ее объединенными в нервную сеть элементами приняла участие в опознании объекта. Таким образом, периферия сетчатки представляет собой аппарат для раннего обнаружения объекта, он вызывает поворот глаз для того, чтобы цель попала на объекторазличительную часть системы, оценивающую объект как полезный, вредный или нейтральный.

---

* *Грегори Р.* Глаз и мозг. М.: Прогресс, 1970. С. 101—130.

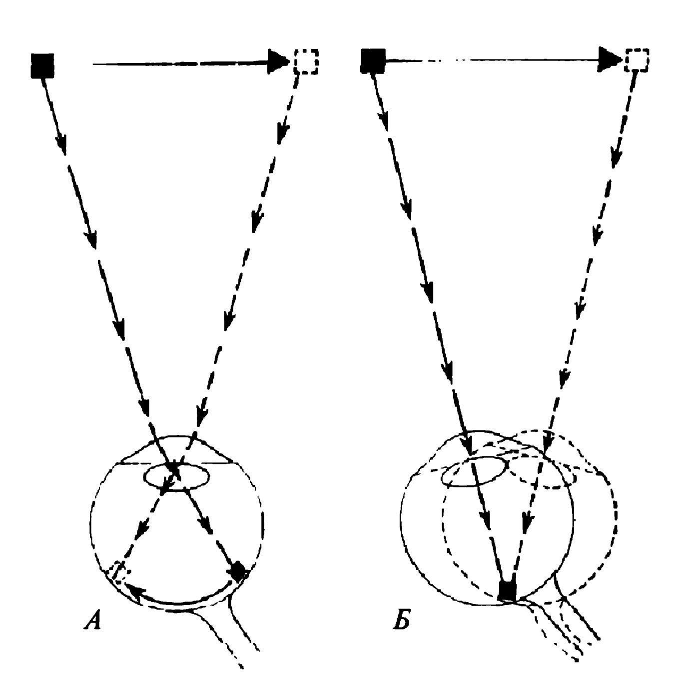


Рис. 1. А — система восприятия движения изображение/сетчатка: изображение движущегося объекта пробегает по сетчатке в то время, когда сами глаза остаются неподвижными; таким образом, информация о движении возникает путем последовательной стимуляции рецепторов в соответствии с траекторией движения объекта; *Б* — система восприятия движения глаз/голова: когда глаз следует за движущимся объектом, изображение остается стационарным на сетчатке, но мы продолжаем видеть движение. Эти две системы иногда могут давать противоречивые показания, что приводит к любопытным иллюзиям

Такие глаза, как наши собственные, подвижные относительно головы, могут давать информацию о движении двумя различными способами. Когда глаз остается неподвижным, образ движущегося объекта перемещается по рецепторам сетчатки и вызывает в них быстро сменяющиеся сигналы; но когда сам глаз следует за движущимся объектом, его изображение остается более или менее неподвижным относительно сетчатки, так что *оно* не может быть сигналом движения, *однако мы все же видим движение объекта.* Если объект воспринимается на неподвижном фоне, быстро сменяющиеся сигналы могут возникать теперь от фона, который передвигается по сетчатке во время слежения глаз за движущимся объектом; *однако, мы продолжаем видеть движение даже при отсутствии фона.* Это можно показать на простом опыте. Попросите кого-нибудь медленно помахивать зажженной сигаретой в темной комнате и последите за ней глазами. Движение сигареты видно, хотя в данном случае нет сигналов фона, двигающихся по сетчатке. Очевидно, повороты глаз относительно головы могут дать восприятие движения и довольно точную оценку скорости движения и при отсутствии сигналов, передвигающихся по сетчатке.

Следовательно, существуют две системы восприятия движения; мы назовем одну из них (*А*) система *изображение/сетчатка;* другую (*Б*) система *глаз/голова* (рис. 1). (Эти названия заимствованы из артиллерийского дела, где возникают сходные ситуации, когда орудие нацеливается на объект с движущейся палубы корабля. Орудийная башня может быть неподвижна или следовать за целью, но движение цели в каждом случае может быть обнаружено.)

Рассмотрим теперь систему изображение/сетчатка, а затем обратимся к тому, как эти две системы работают совместно.

Система восприятия движения изображение/сетчатка

С помощью регистрации электрической активности сетчатки глаз животных было обнаружено, что существуют различного рода рецепторы, подавляющее большинство которых сигнализирует только об изменении освещенности, и только немногие отвечают длительным возбуждением на постоянный свет. Некоторые рецепторы возбуждаются при включения света, другие — при его выключении, третьи — как при включении, так и при выключении. Эти различного рода рецепторы сетчатки названы соответственно рецепторами «включения», рецепторами «выключения» и рецепторами «включения — выключения». По-видимому, эти рецепторы, чувствительные только к изменениям освещения, и ответственны за сигнализацию движения; таким образом, *все глаза являются, прежде всего, детекторами движения*. Эти рецепторы, сигнализирующие только об изменении освещенности, будут отвечать на движущиеся края изображения, но не будут реагировать на неподвижные изображения до тех пор, пока сами глаза не начнут двигаться.

С помощью тонких проволочных электродов, помещенных на сетчатку изолированного глаза лягушки, было обнаружено, что анализ рецепторной активности происходит в сетчатке задолго до того, как сигналы достигнут мозга. В статье с интригующим названием «Что глаз лягушки сообщает мозгу лягушки», написанной Летвином, Матураной, Мак-Каллоком и Питсом из лаборатории электроники Массачусетского технологического института, сетчатка описывается как «детектор насекомых»; авторы обнаружили три класса волокон, посылающих в мозг различного рода информацию. «Детектор насекомых» вызывает рефлекс движения языком, когда на сетчатку падает маленькая тень, отбрасываемая, например, мухой; таким образом, сетчатка в данном случае функционирует как мозг. Кроме этой системы, которая отвечает, по существу, на кривые линии, они обнаружили:

1) волокна, реагирующие только на отчетливые границы между объектами;
2) волокна, реагирующие только на изменения в распределении света;

3) волокна, реагирующие только на общее уменьшение освещения, подобное тому, какое возникает, когда на сетчатку падает тень от хищной птицы.

Глаз лягушки сигнализирует только об изменении освещенности и движении изогнутых краев объектов; все остальное игнорируется и никогда не доходит до мозга. Зрительный мир лягушки, таким образом, ограничен лишь движением некоторых видов объектов.

Физиологи Хьюбел и Визел провели важное исследование, регистрируя электрическую активность зрительной области мозга кошки. Они обнаружили, что в ней существуют отдельные клетки, которые отвечают только на движение изображения по сетчатке, причем на движение, осуществляемое только в одном определенном направлении. <...>

Тот факт, что движение перекодируется в нервную активность сетчатки или в активность зрительных проекционных областей мозга, находящихся непосредственно за сетчаткой, представляет собой физиологическое открытие, важное с многих точек зрения, и прежде всего потому, что оно показывает, что *скорость движения может восприниматься независимо от оценки времени*. Однако часто считают, что нервная система, ответственная за восприятие скорости движения, должна представлять собою своего рода «внутренние часы». Скорость в физике определяется как время, необходимое для того, чтобы объект переместился на определенное расстояние ($v=d/t$). Следовательно, предполагается, что для оценки скорости движения всегда необходима оценка времени. Но ведь спидометр автомобиля не имеет в своем устройстве часов. Часы нужны для калибровки этого прибора после его изготовления, но однажды откалиброванный, он будет измерять скорость движения без часов; то же самое справедливо, вероятно, и по отношению к глазу. Изображение, пробегающее по сетчатке, последовательно возбуждает рецепторы, и чем быстрее это изображение движется, тем — до известных пределов — более интенсивные сигналы скорости оно вызывает. Аналогия с другими измерителями скорости (спидометром и т.п.) показывает, что скорость может быть оценена безотносительно к «часам», но эта аналогия еще не говорит нам точно, как работает при этом нервная система. Когда-нибудь будет возможно изобразить полную круговую схему сетчатки и создать ее действующую электронную модель; однако пока мы не можем сделать это с полной уверенностью в отношении человеческого глаза. Такая модель была предложена для фасеточного глаза жука. Эта модель была изготовлена, и теперь она иногда используется в воздушном флоте, чтобы определять отклонение самолета от курса под влиянием ветра. Глаз как детектор движения сформировался в процессе биологической эволюции несколько сот миллионов лет тому назад, принцип его действия раскрыт с помощью электроники, а затем был построен его электронный эквивалент, который теперь используется при полетах человека.

Система восприятия движения глаз/голова

Нервные аппараты, обеспечивающие восприятие движения посредством перемещения изображения по сетчатке, существенно отличаются от другого способа сигнализации движений с помощью поворота глаза. Каждый глаз имеет шесть внешних мышц, управляющих его движениями; любое движение глаз сигнализируется в мозг и используется в качестве индикатора движения внешних объектов. То, что это действительно так, показывает опыт с сигаретой, который мы уже описывали; в этом случае нет никакого систематического движения изображения по сетчатке, и тем не менее движение сигареты, прослеживаемое глазами, видно (рис. 1 *Б*).

Самым вероятным типом сигналов, возникающих при этом, были бы обратные сигналы от мускулатуры глаза, так что, когда происходит растяжение мышц глаза, в мозг посылаются обратные сигналы, указывающие на движение глаз, а также объектов, прослеживаемых взором. Таково было бы инженерное решение этой проблемы, но так ли решает ее природа? Мы можем получить ответ, если займемся, казалось бы, совсем иным вопросом.

Почему мир остается стабильным, когда наши глаза двигаются?

Сетчаточные изображения перемещаются по рецепторам сетчатки всякий раз, когда наши глаза двигаются, — и все же мы не воспринимаем движения, мир не вращается, как бы наши глаза ни двигались. Почему это так?

Как мы знаем, существуют две нервные системы сигнализации движений: система изображение/сетчатка и система глаз/голова. Очевидно, во время нормальных движений глаз эти системы тормозят друг друга, в результате чего и возникает стабильность зрительного мира. Идея взаимного торможения этих систем как средства стабилизации зрительного восприятия рассматривалась Чарльзом Шеррингтоном — физиологом, внесшим значительный вклад в анализ спинальных рефлексов, а также Гельмгольцем; однако они объясняли это явление с различных позиций и особенно расходились в оценке деятельности той системы, которую мы называем системой восприятия скорости движения глаз/голова. Теория Шеррингтона известна под названием *афферентной теории,* а Гельмгольца — под названием *эфферентной теории* (рис. 2). Шеррингтон думал, что сигналы от глазных мышц составляют систему обратных афферентаций, поступающих в мозг, когда глаза двигаются, и что они тормозят сигналы движения, возникающие в сетчатке. Это представление известно в технике как обратная связь; однако для нервных сигналов, поступающих от глазных мышц, требуется довольно длительное время, чтобы дойти до мозга, и, если принять эту

точку зрения, следовало бы ожидать появления неприятных ощущений неустойчивости всех видимых предметов каждый раз, когда мы двигаем глазами, до тех пор пока афферентные сигналы от глазных мышц не достигнут мозга и не затормозят сетчаточных сигналов движения. Гельмгольц высказал совершенно иное предположение. Он считал, что сетчаточные сигналы движения тормозятся *не* сигналами от глазных мышц, а центральными сигналами, исходящими от мозга и управляющими самими движениями глаз.

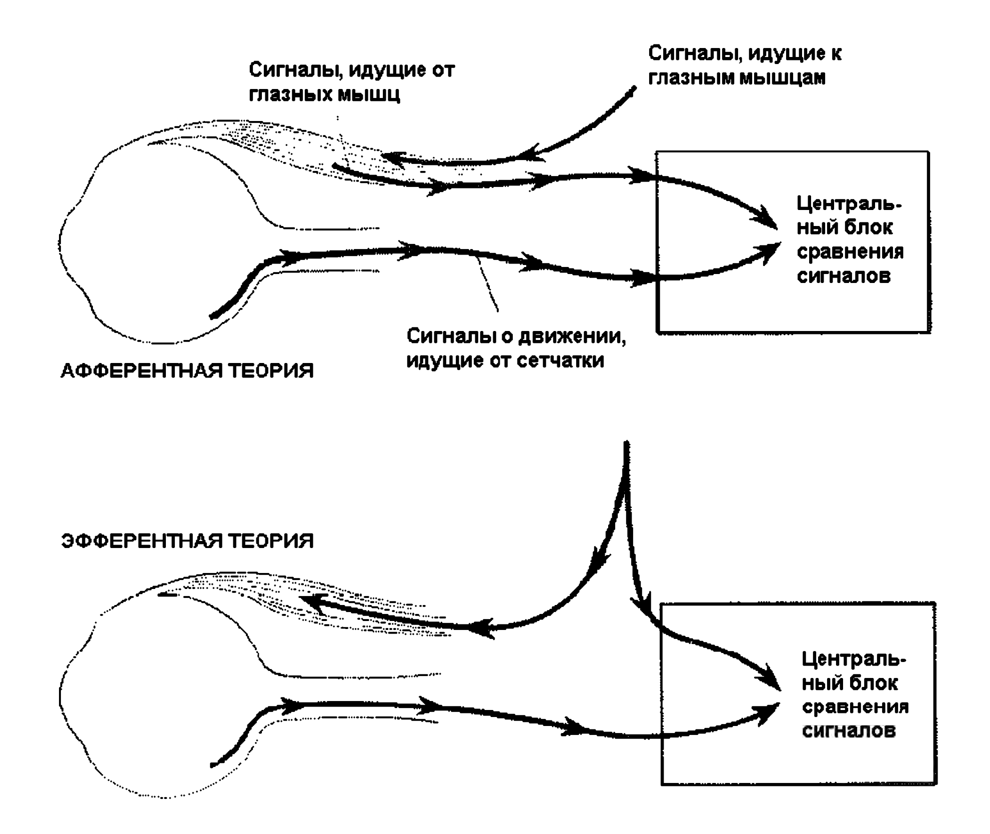


Рис. 2. Почему мир остается стабильным, когда наши глаза двигаются? Согласно *афферентной теории,* сигналы движения, поступающие от сетчатки (от системы изображение/сетчатка), тормозятся сигналами, идущими от глазных мышц (афферентными). Согласно *эфферентной теории* сетчаточные сигналы движения тормозятся сигналами команды, управляющими самими движениями глаз, сигналами (эфферентными), которые, в свою очередь, регулируются внутренней замкнутой системой мозга. Факты свидетельствуют в пользу эфферентной теории

Решение этого вопроса может быть получено с помощью очень простых экспериментов, которые читатель может проделать на себе самом. Попробуйте осторожно двигать глаз пальцем, закрыв другой глаз рукой. Когда глаз смещается пассивно, мир будет казаться вращающимся в направлении, противоположном движению глаза. Очевидно, стабильность видимого мира поддерживается

не *пассивными,* а нормальными *произвольными* движениями глаз. Так как мир движется в направлении, *обратном* направлению пассивного движения глаза, очевидно, что система восприятия движения изображение/сетчатка продолжает работать; здесь выключена только система глаз/голова. Можно было бы спросить, почему система глаз/голова связана только с произвольными, но не с пассивными движениями глаз? Шеррингтон полагал, что эта система работает с помощью сигналов, идущих от рецепторов растяжения, находящихся в глазных мышцах. Такие рецепторы растяжения мышц хорошо известны, они посылают обратные сигналы от мускулатуры при движении конечностей. Однако создается впечатление, что система восприятия движения глаз/голова работает иным образом, так как рецепторы растяжения продолжают посылать сигналы и при пассивном состоянии глазных мышц.

Мы можем прекратить все сетчаточные сигналы движения и посмотреть, что произойдет при пассивном перемещении глаза. Это можно легко сделать с помощью засвета ярким светом (или фотографической вспышкой), чтобы получить последовательный образ. Это вызовет утомление одного определенного места сетчатки, соответствующего фотографической вспышке, и этот образ будет передвигаться точно вместе с глазом, так что, хотя глаз и будет двигаться, сигналы от перемещения изображений по сетчатке не смогут возникнуть. Если мы будем наблюдать за последовательным образом в темноте (чтобы избежать фона), мы обнаружим, что, когда глаза пассивно приводятся в движение пальцем, *последовательный образ не перемещается.* Это очень убедительный довод против афферентной теории, так как активность рецепторов растяжения должна была бы вызвать перемещение последовательного образа вместе с глазом, если бы эта активность в обычных условиях тормозила сетчаточные сигналы движения.

Теперь, если глаз будет двигаться произвольно, мы обнаружим, что *последовательный образ перемещается вместе с глазом.* Куда бы глаз ни переместился, последовательный образ будет следовать за ним. Гельмгольц при объяснении этого факта исходил из предположения, что здесь мы имеем дело не с афферентной активностью, идущей *от* глазных мышц, вовлеченных в движение, а с *эфферентными сигналами команды, управляющими движением глаз.* Эта эфферентная теория, как мы уже видели, утверждает, что сигналы команды регулируются внутренней замкнутой системой мозга и подавляются сетчаточными сигналами движения. Когда этих сетчаточных сигналов нет, как в случае с последовательным образом, видимым в темноте, мир вращается вместе с глазом, потому что сигналы команды не тормозятся сетчаткой. Пассивные движения глаза не вызывают движения последовательного образа, так как в этом случае нет системы, которая давала бы сигналы движения.

В клинических случаях, при каких-либо нарушениях глазных мышц или их нервного аппарата, у пациентов появляется ощущение вращения окружающих предметов, когда они пытаются двигать глазами. Их мир движется в том же направлении, в котором они намеревались двигать глазами. Это происходит

также и тогда, когда мышцы глаза парализуются с помощью *кураре* — южноамериканского яда для стрел. Немецкий ученый Эрнст Мах фиксировал свои глаза мастикой так, что они не могли двигаться, и он получил те же результаты.

Система глаз/голова, таким образом, приводится в действие не фактическими движениями глаз, а командой двигать глазами. Она работает даже в тех случаях, когда глаза не повинуются команде. Удивительно, что сигналы команды могут вызывать восприятие движения: принято думать, что восприятие движения исходит от глаз, а не от находящихся в глубине мозга аппаратов, контролирующих движения глаз.

Почему же возникла такая странная система? Это тем более удивительно, что в глазных мышцах действительно были обнаружены рецепторы растяжения. Афферентная система, или система обратных связей, по-видимому, действовала бы слишком медленно: пока сигнал обратной связи достиг бы мозга, чтобы затормозить сетчаточные сигналы движения, было бы слишком поздно.

Тормозящий сигнал мог бы начаться в тот же самый момент, что и команда к движению глаз, и тогда он мог бы затормозить сетчаточный сигнал без опоздания. Действительно, для того, чтобы сигнал сетчатки достиг мозга, требуется немного времени («время сетчаточной реакции»), но тогда сигнал команды пришел бы в мозг для затормаживания сетчаточного сигнала слишком рано, однако этот сигнал команды задерживается, чтобы совпасть по времени с сигналом сетчатки. В этом мы можем убедиться при тщательном исследовании движения последовательного образа при произвольных движениях глаз. Всякий раз, когда глаз двигается, требуется некоторое время, чтобы возникло движение последовательного образа, и, очевидно, эта отсрочка и приводит к тому, что управляющий командный сигнал достигает мозга не раньше, чем сигнал от сетчатки. Можно ли представить себе более совершенную систему?

Иллюзии движения

Теперь мы обратимся к некоторым иллюзиям движения. Подобно другим иллюзиям, они имеют практическое значение и могут приблизить нас к пониманию закономерностей процессов восприятия.

Случай с блуждающим светом

Читатель, может быть, захочет провести следующий опыт. Для этого нужна одна зажженная папироса, положенная на пепельницу в дальнем конце полностью затемненной комнаты. Если наблюдать за тлеющим концом папиросы в течение нескольких секунд, можно обнаружить, что свет беспорядочно блуждает по комнате, то устремляясь в каком-то одном направлении, то слегка колеблясь из стороны в сторону. Это движение может быть парадоксальным, огонек будет

казаться в одно и то же время движущимся и, однако, не меняющим своего положения. Этот парадокс восприятия важен для понимания не только этого феномена движущегося света, но и для понимания самой основы того, каким образом движение представлено и закодировано в нервной системе.

Этот эффект света, движущегося в темноте, известен как *аутокинетический феномен.* Ему посвящено множество дискуссий и экспериментальных работ. Десятки теорий выдвигались для его объяснения, он использовался даже в качестве показателя внушаемости и группового взаимодействия: одни люди в большей мере обнаруживали тенденцию видеть движение света в одном и том же направлении, чем другие, хотя на самом деле он, разумеется, был неподвижен.

Для объяснения этого эффекта привлекались самые различные теории. Утверждалось, что небольшие частицы, плавающие в глазной жидкости, которая находится в передней камере глаза, могут дрейфовать, становясь смутно видимыми в этих условиях. Предполагалось далее, что кажутся движущимися не частички, а пятно света, подобно тому как луна может казаться проносящейся по небу ночью, когда ветер быстро гонит облака. Этот эффект, известный под названием «индуцированное движение», будет рассмотрен ниже. Имеется, однако, достаточно фактов, говорящих о том, что это явление не имеет отношения к аутокинетическому феномену, так как движение возникает в направлении, не связанном с направлением дрейфа частичек в глазу (они становятся более ясно видимыми при наклонном освещении глаза); то же имеет место и во всех других случаях, когда частицы обычно вообще не видны. Другая теория, которая, в общем, несмотря на ее несостоятельность, принимается офтальмологами, состоит в том, что глаза не могут сохранять фиксацию точно на источнике света, видимого в темноте, и что отклонение глаз является причиной блуждания изображения светового пятна по сетчатке, что и вызывает впечатление кажущегося движения света. Эта теория была полностью опровергнута в 1928 г. Гилфордом и Далленбахом, которые фотографировали глаза в то время, когда субъект наблюдал за световым пятном и сообщал, видит ли он движение и в каком направлении. Движение светового пятна, о котором сообщал испытуемый, сопоставлялось с фотографией реальных движений глаз; при этом не было обнаружено никакого соответствия между этими двумя группами данных. Более того, движения глаз в этих условиях были исключительно малы. Этот эксперимент, по-видимому, прошел в значительной мере мимо внимания исследователей.

Все попытки, кроме одной, объяснить блуждание света в темноте, исходили из предположения, что нечто двигается: или частицы в глазной жидкости, или глаза, или своего рода внутренние схемы. Последнее предположение составляло важную часть теории восприятия гештальтпсихологов. Они придавали большое значение эффекту движущегося света. Коффка в своей знаменитой «Гештальтпсихологии» в 1935 г. писал:

> Эти «аутокинетические движения», следовательно, доказывают, что наблюдаемое явление не фиксировано ни в одном из участков сетчатки; оно локализуется внутри некой схемы и исчезает, когда схема устраняется <...>. Аутокинетические движения представляют собой наиболее впечатляющий пример существования и функциональной эффективности общей пространственной схемы, но действие этих внутренних схем распространяется на весь наш опыт.

Это утверждение не так ясно выражено, как хотелось бы, но доказано ли оно? Мне кажется, что оно содержит существенное заблуждение.

То, что правильно для мира вещей и его наблюдения, не обязательно справедливо для ошибок наблюдения, или иллюзий. Важно уяснить это различие. Любой орган чувств может давать ложную информацию: давление на глаз может вызвать в темноте ощущение света, электрическая стимуляция окончаний чувствительных нервов вызовет ощущения, которые в обычных условиях возникают при адекватном раздражении органов чувств. Точно так же, если определенные нервные аппараты ответственны за восприятие движения, *мы вправе ожидать появления иллюзий движения, если работа этих аппаратов нарушается.* Это похоже на то, что происходит в искусственном детекторе движения; стрелка спидометра автомобиля может застрять, скажем, на делении 20 *км/час* и будет показывать эту скорость, хотя машину уже заперли в гараже. <...>

Иллюзорные блуждающие движения при аутокинетическом эффекте, видимо, возникают в результате командных сигналов, поддерживающих фиксацию, несмотря на легкие спонтанные флуктуации в работе мышц, приводящих глаза в движение. Не движение глаз, а корректирующие сигналы, которые предотвращают это движение, являются причиной иллюзорного блуждания светового пятна в темноте.

Мы можем теперь задать вопрос: если корригирующие сигналы вызывают кажущееся движение светового пятна в темноте, то почему они не вызывают нарушения стабильности вещей в обычных условиях? Почему внешний мир обычно стабилен? На этот вопрос еще нет окончательного ответа. Возможно, что при наличии большого поля зрения сигналы нестабильности игнорируются, потому что мозг полагает, что большие объекты стабильны, пока нет явных доказательств противного. Это предположение подтверждается эффектом «индуцированного движения», к которому мы еще обратимся. Но прежде всего мы должны вспомнить, что иногда и привычный мир начинает колебаться.

Пример колебания окружающих предметов

Внешний мир кружится, когда мы утомлены или страдаем от малоприятных последствий алкоголя. Об этом остроумно сказал Шеридан. Два приятеля подвели его к входной двери его дома на Беркли Сквер, а сами пошли по домам. Оглянувшись, они увидели, что он все еще стоит в том же положении. «Почему ты не входишь?» — закричали они. «Я жду, пока моя дверь снова приблизится ко

мне, тогда я проскочу в нее», — ответил Шеридан. Как это связано с явлением блуждающего светового пятна, еще не совсем ясно. Возможно, что в данном случае нарушается система команд, управляющих движениями глаз, или алкоголь уменьшает значимость внешнего мира, так что те ошибочные сигналы, которые в обычных условиях игнорируются, теперь воспринимаются как верные. Подобно тому, как нами в состоянии усталости или опьянения могут овладеть различные видения и необоснованные страхи, мы можем в этом состоянии попасть под власть небольших ошибок в нервной системе, которые в обычных условиях отвергаются как несущественные. (Если это так, то можно предположить, что шизофреники страдают от нестабильности своего зрительного мира, однако я не знаю доказательств в пользу этого предположения.)

Эффект водопада

Как было сказано выше, перемещения света, наблюдаемые в темноте, являются, очевидно, результатом небольших нарушений в системе восприятия движения глаз/ голова. Можно было бы ожидать, что сходные иллюзии движения обнаружатся и вследствие дефектов системы изображение/сетчатка, и действительно, такие иллюзии существуют. Они не ограничиваются ощущением движения всего поля: различные части поля могут казаться движущимися в различных направлениях и с различной скоростью; эти явления странны и иногда логически парадоксальны. Наиболее существенное нарушение системы изображение/ сетчатка известно под названием «эффект водопада».

Об «эффекте водопада» знал еще Аристотель. Это наглядный пример иллюзорного движения, возникающего вследствие адаптации системы изображение/ сетчатка. Эта иллюзия легко возникает, если долго, примерно полминуты, смотреть на центральный стержень вращающейся граммофонной пластинки. Если вращение затем внезапно прекращается, будет казаться в течение нескольких секунд, что пластинка движется в обратном направлении. Тот же самый эффект возникает, если долго смотреть на движущуюся воду: если затем перевести глаза на отмель или какой-либо неподвижный объект, он будет казаться плывущим в направлении, противоположном течению воды. Самый яркий эффект наблюдается в опыте с вращающейся спиралью (рис. 3). Она кажется расширяющейся во время вращения и суживающейся — как эффект последействия, — после того, как спираль останавливается (или наоборот, если направление вращения меняется). Это иллюзорное сужение или расширение спирали после ее внезапной остановки не может быть связано с движением глаз, так как глаза могут двигаться в один и тот же момент только в одном направлении, в то время как эффект состоит в радиальном сужении или расширении спирали, происходящем в любом направлении от центра в одно и то же время. Один этот факт показывает, что «эффект спирали» следует относить скорее за счет системы восприятия

движения изображение/сетчатка, чем за счет системы глаз/голова. Очень легко в итоге доказать, что этот эффект обусловлен исключительно нарушениями в системе изображение/сетчатка. Вы можете убедиться в этом, быстро пробегая глазами из конца в конец движущуюся ленту с поперечными полосами, причем проделывая это несколько раз подряд. В этом случае непрерывное движение воспринимается с помощью системы глаз/голова, а не с помощью системы изображение/сетчатка. Когда движущаяся лента останавливается, последействия не возникает, следовательно, этот эффект не связан с работой системы восприятия движения глаз/голова (рис. 4).

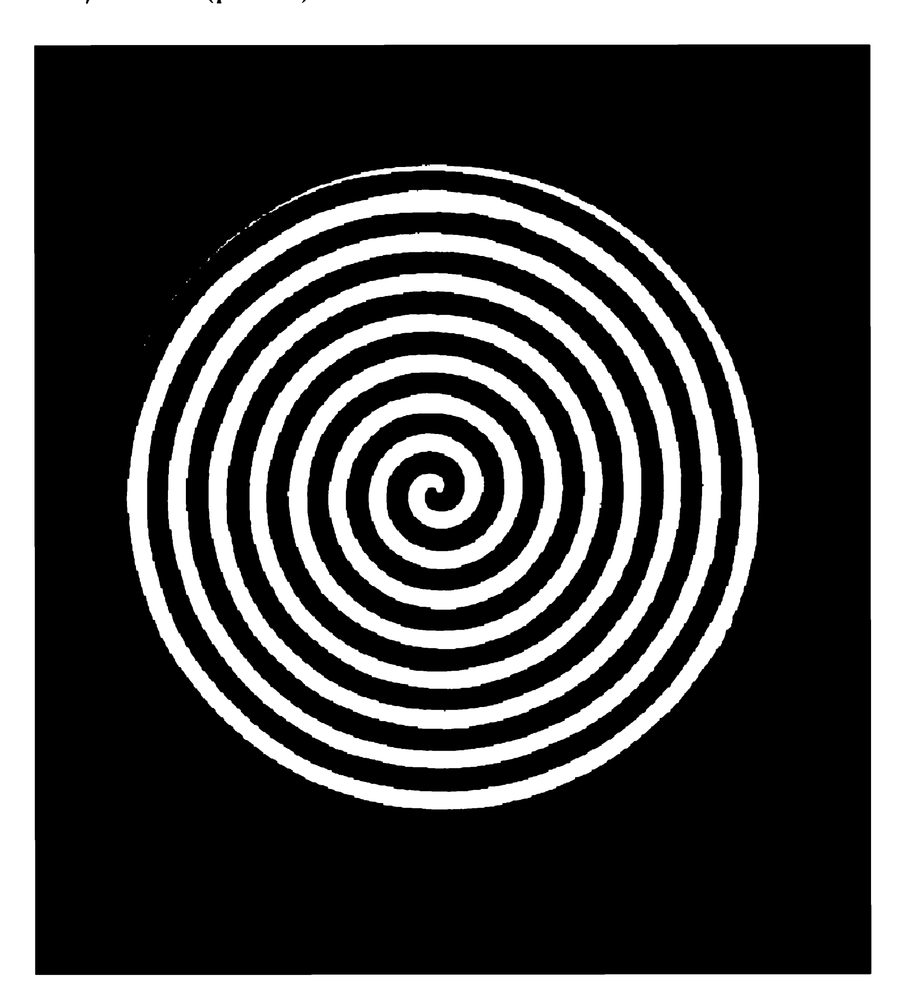


Рис. 3. Когда эта спираль вращается, она кажется сжимающейся или расширяющейся в зависимости от направления вращения. Однако, когда она останавливается, она продолжает казаться сужающейся или расширяющейся в *противоположном направлении.* Этот эффект не может быть результатом движений глаз, поскольку кажущееся сужение или расширение происходит во всех направлениях одновременно. Этот эффект парадоксален, так как возникает ощущение движения спирали, но без изменения ее положения или величины

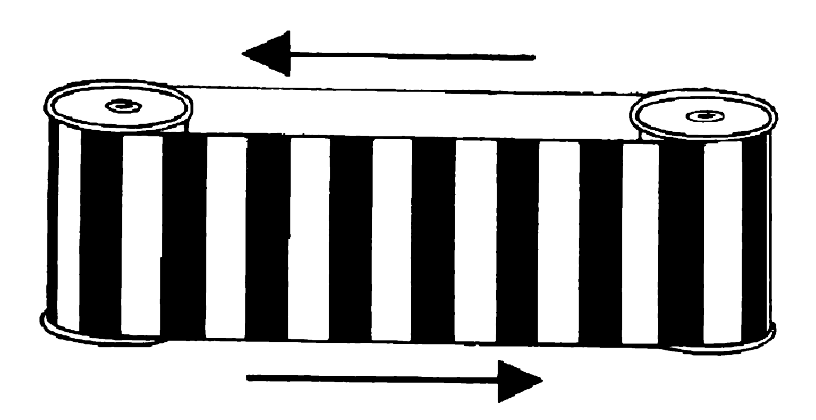


Рис. 4. «Эффект водопада». Он сходен с кажущимся движением, которое вызывается вращающейся спиралью. После наблюдения за движущейся лентой с поперечными полосками при остановке ленты последние кажутся быстро движущимися в обратном направлении. Этот эффект возникает только тогда, когда наблюдатель смотрит на движение ленты неподвижным взглядом, *не прослеживая* полоски. Это, должно быть, приводит к адаптации лишь одной системы изображение/сетчатка

Вопрос о том, где происходит адаптация — в сетчатке или в мозгу, остается открытым. Сетчатка кажется слишком простым устройством, чтобы быть способной на такое сложное последействие, однако очень трудно исключить процесс адаптации в сетчатке из числа причин, вызывающих этот эффект. Можно думать (и так думают отдельные психологи, которым следовало бы знать предмет лучше), что проблему можно решить, если смотреть на движущийся объект одним глазом, закрыв другой, и затем наблюдать, возникнет ли последействие при взгляде на неподвижный объект тем глазом, который был раньше закрыт. В таком случае эффект возникает, но в половинную силу. Этот опыт, однако, не доказывает с убедительностью, что адаптация происходит в мозгу, так как возможно, что стимулированный глаз продолжает посылать сигналы движения к мозгу и после того, как он закрывается, и что эти сигналы, так сказать, «проецируются» в поле нестимулированного глаза. Это вполне вероятно, потому что трудно или даже невозможно сказать, какой глаз активен; принято думать, что активен открытый смотрящий глаз. Требуются, однако, новые эксперименты, чтобы решить этот вопрос.

Мы не знаем точно, почему система восприятия движения изображение/сетчатка нарушается при продолжительном взгляде на движущийся объект, поскольку мы не знаем точно, как она работает. Как мы уже видели из работы Хьюбела и Визела, сигналы движения передаются по отдельным нервным каналам, и по различным каналам передается информация о различных направлениях движения <...>. Есть основания предполагать, что при продолжительной стимуляции эти каналы могут адаптироваться или утомляться (как это происходит почти

со всеми другими нервными каналами) и что это приводит к разбалансированию системы и вызывает иллюзию движения в противоположном направлении.

Если тщательно исследовать явление последействия, возникающее, когда смотрят на вращающуюся спираль, обнаружатся две любопытные особенности. Иллюзорное движение может быть парадоксальным; оно может вызывать ощущение расширения или сокращения спирали, или даже спираль не будет казаться больше или меньше, но *она будет сохранять тот же самый размер и все же увеличиваться*. Это кажется невозможным, и это действительно невозможно с реальными объектами, но мы должны всегда помнить, что то, что справедливо в отношении реальных объектов, может быть неверным применительно к восприятию в тех случаях, когда оно иллюзорно. Если у нас возникают иллюзии, мы можем испытывать такие ощущения, которые логически невозможны. В том случае, когда эффект последействия движения состоит в иллюзорном расширении спирали при сохранении ее размера, мы можем предположить, что это происходит потому, что *скорость* движения и *расположение* объекта кодируются с помощью различных нервных механизмов, и в этом случае, при продолжительном наблюдении за вращающейся спиралью, только один из них, а именно система восприятия скорости движения, выходит из строя. Аналогично тому, как судья во время ведения процесса, выслушав несовместимые показания двух свидетелей, принимает обе версии только на время — прежде чем решить, которая из них верна, и отклонить другую как ложную, которую следует игнорировать, — точно так же перцептивная система глаза и мозга имеет много каналов, много источников информации, и когда — по тем или иным причинам — они доставляют противоречивые сведения, мозг должен быть судьей. Иногда различные источники противоречивой информации — по крайней мере, на короткий срок — одновременно принимаются мозгом за истинные. Тогда мы испытываем ощущение парадокса: происходит сочетание невероятных событий. Мы не должны слишком удивляться тому, что иногда невозможно описать содержание галлюцинаций, вызванных лекарствами.

После довольно продолжительного наблюдения за вращающейся спиралью витки спирали на короткое время кажутся слившимися в круг и в то же время состоящими из ряда коротких прямых отрезков. Эти отрезки сохраняются и в последействии, так что круг, видимый после наблюдения за вращающейся спиралью, будет казаться многоугольником. Этот своеобразный эффект говорит, по-видимому, о том, что направление движения кодируется сравнительно небольшим числом систем движения, расположенных в виде векторов, и что адаптация выявляет разрывы между ними. Сосчитывая прямые линии в эффекте последействия, можно, видимо, установить число векторов, вовлеченных в это явление; однако существует, как ни странно, трудность при точной оценке этого числа, несмотря на то, что описываемый эффект у большинства людей прявляется довольно отчетливо. Этих линий — около пятидесяти, следовательно, направление движения представлено в нервной системе приблизительно

пятьюдесятью векторными системами. Когда происходит разбалансирование этих систем при адаптации к длительному движению, мы испытываем «иллюзию водопада». Эти рассуждения гипотетичны, однако, вероятно, они наилучшим образом объясняют данный феномен.

Своеобразная особенность «эффекта водопада» заключается в том, что он вовсе не возникает, если движущийся объект закрывает целиком всю сетчатку и движется в виде сплошного поля. Эффект возникает лишь при относительном движении, т.е. при движении изображения лишь в одних частях сетчатки относительно других. Причина этого явления еще полностью не изучена, но, по-видимому, система восприятия движения изображение/ сетчатка связана главным образом с относительным движением. Мы сравнительно плохо определяем движение объектов, когда видим их без фона и когда, следовательно, нет движения изображения объекта в одних частях сетчатки относительно других. Очевидно, при этом адаптируется система восприятия относительного движения, и именно эта адаптация и является в нервной системе непосредственным индикатором скорости движения, а не изменение положения объекта во времени. Тот факт, что стимуляция всей сетчатки дает очень небольшой эффект последействия — или даже не дает его совсем, — является счастливым обстоятельством, благодаря которому шоферы редко испытывают эту иллюзию, даже если машина неожиданно останавливается после длительного пути.

Кажущееся движение

Как мы уже знаем, все сенсорные системы могут быть обмануты, однако наиболее устойчивый обман чувств возникает во время просмотра кинофильма. Хотя в кино нам предъявляется серия неподвижных картин (24 в секунду в звуковом фильме и 16 или 18 в немых), мы видим непрерывное действие. Это связано с двумя довольно различными зрительными явлениями. Первое состоит в инерции зрения, второе — в так называемом *фи-феномене.*

Инерция зрения представляет собою просто неспособность сетчатки отвечать на частые колебания яркости света и сигнализировать о них. Если свет включается и выключается сначала медленно, а затем все чаще, мы будем видеть мелькание света до тех пор, пока его частота не достигнет приблизительно 30 вспышек в секунду, после чего он будет казаться непрерывным. Если свет яркий, критическая частота слияния изображений, или критическая частота мельканий (как называется это явление), значительно выше и может достигнуть порядка 50 вспышек в секунду. (Это связано с некоторыми неудобствами, так как мелькания концов флюоресцирующих ламп могут вызывать неприятные ощущения, особенно если свет попадает на периферию сетчатки.)

Как мы уже сказали, в кино отдельные картины проецируются с частотой 24 кадра в секунду, однако это значительно ниже критической частоты слияния

изображений; можно спросить, почему же мы не видим мелькающих картин. В ранних фильмах это было действительно так, но современные кинопроекторы снабжены специальным перекрывающим устройством, благодаря которому каждое изображение показывается трижды в быстрой последовательности, так что, хотя показывается всего 24 изображения в секунду, частота мельканий составляет 72 вспышки света в секунду. Эта величина превышает критическую частоту мельканий для всех, кроме ярких участков изображений, попадающих на периферию сетчатки. Здесь могут быть видны отдельные мелькания.

В телевидении проблема мельканий решается совершенно иначе. Изображение не предъявляется целиком, как в кино, а построено из строк (известных под названием растр), которые сводят на нет мелькания, хотя они *существуют* в действительности и могут быть помехой, и даже представлять опасность для людей с тенденцией к эпилепсии, на которых мелькания могут оказать серьезное воздействие. Это явление используется в диагностических целях. Мелькания могут представлять опасность также при некоторых довольно неожиданных обстоятельствах, как, например, при езде на машине мимо ряда деревьев, чьи тени падают на дорогу, освещенную косыми лучами заходящего солнца, или при посадке вертолета. Лопасти ротора вертолета вызывают мелькание света, что может быть весьма пагубным и опасным.

Низкая частота мельканий вызывает очень странное ощущение и у здорового человека и у людей с тенденцией к эпилепсии. При частоте вспышек порядка 5—10 в секунду могут появляться яркие цветовые пятна, а также движущиеся и неподвижные фигуры, причем эффект может быть исключительно отчетлив. Их происхождение непонятно, возможно, что они возникают вследствие непосредственного нарушения зрительных систем мозга как результат массивных повторных разрядов активности сетчатки, перегружающих эту систему. Узоры, которые видны при этом эффекте, настолько разнообразны, что трудно по их виду сделать какое-либо заключение о природе мозговых систем, которые при этом выходят из строя. Стимуляция сетчатки яркими вспышками света может вызвать неприятное ощущение, часто приводящее к головной боли и тошноте.

Другое важное зрительное явление, на котором основано кино, — это кажущееся движение, известное как фи-феномен. Имеется обширная литература, посвященная экспериментальному исследованию этого явления. Обычно оно изучается в лабораторных условиях с помощью очень простого приспособления — двух источников света, выключение одного из которых автоматически вызывает включение другого. При точном соблюдении определенного расстояния между источниками света и определенного временного интервала между включением одного и другого можно видеть, как единое световое пятно движется от места первого источника света к месту второго. Гештальтпсихологи считали, что это кажущееся движение света, пробегающего через промежуток, разделяющий два источника света, возникает вследствие электрического разряда (или электрического поля) в мозгу, проносящегося через зрительную

проекционную область и заполняющего этот промежуток. Фи-феномен интенсивно изучался в те времена, когда считалось, что он выявляет процессы, происходящие непосредственно в самом мозге. В настоящее время большинство авторов считают точку зрения гештальтпсихологов ошибочной. Рассмотрим еще раз пример передвижения изображения по сетчатке, вызывающего иллюзорное восприятие движения в результате последовательной стимуляции рецепторов сетчатки. Если мы оставим пока в стороне рецепторы, работающие в момент между двумя вспышками света или между отдельными изображениями движущихся объектов в кино, в то время когда мы продолжаем видеть движение, то должны ли мы предполагать существование некоторых специально заполняющих брешь процессов, как основы того, что мы продолжаем видеть движение? Не объясняется ли это просто тем, что данные стимулы адекватно действуют на сетчаточную систему движения, что и приводит к заполнению промежутков в пространстве или во времени, если только они не слишком велики? Проведем аналогию с ключом и замком. Чтобы открыть замок, ключ не должен иметь абсолютно *точную* форму отверстия в замке. Всегда имеется некоторая степень погрешности. В самом деле, некоторая погрешность должна быть, в противном случае очень небольшое изменение в форме отверстия замка или ключа мешало бы его работе. Очень вероятно, что система восприятия движения изображение/сетчатка отвечает на стимулы, в известной мере сходные с теми, которые приходят в мозг при обычном движении изображения по сетчатке; весьма вероятно также то, что эта система допускает прерывистые изображения, если только разрывы пространства и времени не слишком велики. Фи-феномен дает нам некоторые сведения о работе системы изображение/сетчатка, а именно то, что она допускает известную неточность в своей работе, чему обязаны своим развитием современные кино и телевидение.

Относительность движения

До сих пор мы рассматривали основные механизмы восприятия движения — при стимуляции сетчатки движущимся изображением или при слежении глазами за объектом. Существуют, однако, иные механизмы, также имеющие отношение к восприятию движения. Всякий раз, когда мы видим движение, мозг должен решить, что именно движется и что неподвижно относительно некоторой системы отсчета. <...>

Феномен, известный под названием «индуцированное движение», очень основательно изучался гештальтпсихологом Дункером. Он является автором нескольких красивых опытов, которые показывают, что в тех случаях, когда мы судим о движении только на основании зрительной информации, мы склонны воспринимать большие предметы как неподвижные, а меньшие — как движущиеся. Яркая демонстрация этого факта может быть получена с помощью светового пятна, расположенного на экране. Если экран перемещается (рис. 5),

то наблюдателю кажется, что движется не экран, а световое пятно внутри него, хотя в действительности оно неподвижно. Следует отметить, что в данном случае фактически имеется лишь зрительная информация — поскольку по сетчатке движется изображение экрана, а не световое пятно, — однако эта информация не всегда достаточна, чтобы решить вопрос, что же движется. (Этот факт имеет отношение к обсуждавшемуся выше вопросу о том, почему мир не кажется всегда нестабильным подобно блуждающему свету.)

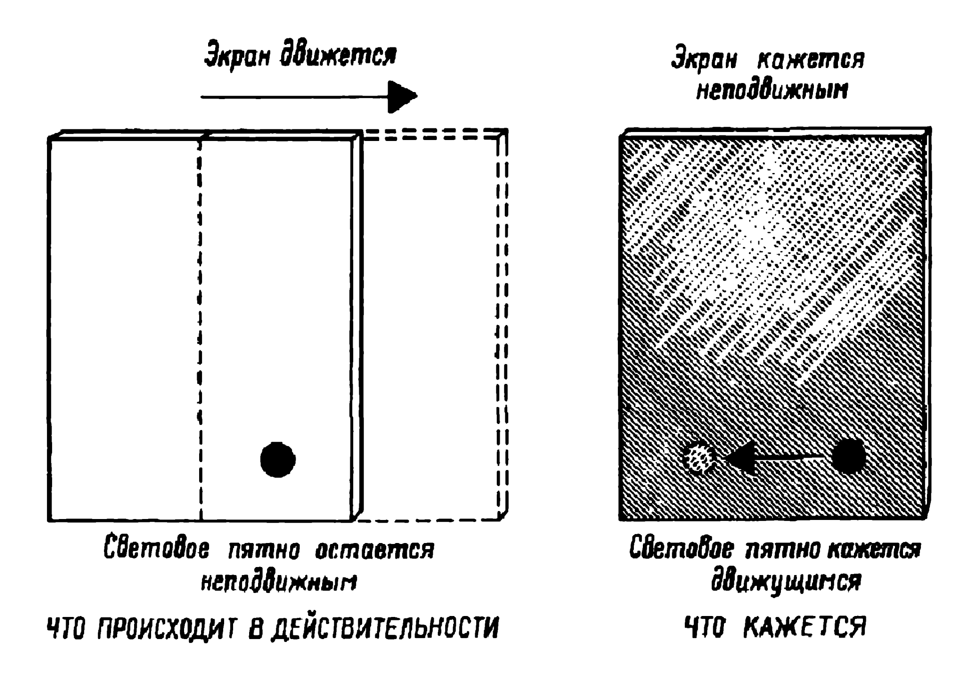


Рис. 5. Индуцированное движение. Световое пятно проецируется на экран, который затем приводится в движение. Кажется движущимся как раз неподвижное пятно. Этот эффект возникает, если движущаяся часть объекта больше неподвижной или если более вероятно, что именно эта часть должна быть неподвижной (из экспериментов Дункера)

Очевидно, поскольку обычно движутся более мелкие предметы, мозг всегда делает наилучший выбор и склонен считать, что движутся именно маленькие, а не большие предметы, если на этот счет возникает сомнение. (При вождении машины может возникнуть ложное представление о том, что же движется: свой ли тормоз перестал работать или же машина впереди движется назад?)

Кажущееся движение и расстояние

Когда мы смотрим на Луну или звезды во время езды на машине, нам кажется, что они движутся вместе с нами, но несколько медленнее. При скорости около 100 *км/час* кажется, что Луна движется со скоростью 8—16 *км/час.* Мы видим,

что она движется медленнее нас, однако она продолжает находиться рядом с нами, никогда не оказываясь позади. Это удивительное явление.

Луна находится так далеко, что мы можем считать это расстояние бесконечным. Когда машина движется, угол, под которым видна Луна из машины, остается практически неизменнымм, он не изменяется, хотя мы движемся относительно Луны. Однако нам кажется, что Луна находится на расстояния всего нескольких сот метров. Мы заключаем об этом на основании ее видимой величины. Она видна под углом 1/2°, но, как нам кажется, по размерам соответствует объекту, который виден под таким же углом и наводится в нескольких сотнях метров от нас. Теперь представим себе для сравнения, что некий объект находится в нескольких сотнях метров от нас, и он кажется точно такой же величины, как и Луна. Если мы поедем мимо *него*, мы быстро его обгоним. Но Луну нельзя обогнать, потому что она фактически очень отдалена от нас; и единственный способ для перцептивной системы совместить эти факты — это интерпретировать Луну как некий объект, движущийся параллельно с машиной. Видимая скорость движения Луны определяется кажущейся удаленностью ее от нас. (Если рассматривать Луну через специальные призмы, вызывающие конвергенцию глаз, вследствие чего расстояние до Луны будет казаться то большим, то меньшим, видимая скорость движения Луны также будет изменяться.) <...>

Когда наблюдатель перемещается, не чувствуя ногами земли, он переключается на зрение, чтобы узнать, движется ли он, и оценить свою скорость. Когда летишь высоко на самолете, то движение почти или совсем не ощущается, но при посадке и взлете мы не знаем, то ли мы движемся, то ли это земля мчится нам навстречу. Иллюзии и ошибки в этой ситуации часты и драматичны. Их так много, что пилот должен научиться в значительной мере обходиться без показаний своих органов чувств и переключиться на показания аппаратуры.

Эта ситуация аналогична той, при которой возникает индуцированное движение. Мы делаем лучший выбор на основании очень небольшой информации. В обычных условиях основной информацией о движении является информация, поступающая от сетчатки, — в особенности от ее периферии — при упорядоченном движении по ней изображения объекта. Если, например, вращающаяся спираль, подобная той, которая изображена на рис. 3, снята на пленку и показывается крупным планом на экране кино, то нам кажется, что мы приближаемся или отдаляемся от нее, а не видим ее расширяющейся или сокращающейся, как это происходит, если изображение этой спирали занимает только часть сетчатки. Однако не так часто изображение упорядоченного движения занимает всю сетчатку, за исключением тех случаев, когда это происходит за счет движения глаз. Именно в таких случаях и требуется принять правильное решение.

Х. Шиффман

Восприятие времени*

Вопрос о природе времени всегда привлекал и привлекает к себе внимание интеллектуалов, и прежде всего писателей, философов, физиков и биологов. Поэтому нет ничего удивительного в том, что субъективное восприятие продолжительности временных отрезков — предмет особого интереса психологов. Следует подчеркнуть, что нас интересует не физический аспект такого понятия, как время, а именно его восприятие — осознаваемая индивидуумом продолжительность того или иного события. На самом деле время как философская категория касается таких проблем, которые выходят далеко за рамки данной книги. Задумайтесь над тем, как уклончиво ответил на энигматический вопрос «Что такое время?» религиозный философ блаженный Августин:

> Если никто не спрашивает меня об этом, я знаю, что это такое. Но если я пытаюсь объяснить, что такое время, тому, кто задает мне такой вопрос, я понимаю, что не знаю этого[1].

Однако о происхождении времени он писал более уверенно, хотя тоже произвольно (субъективно), утверждая, что время приходит из будущего, которое еще не существует, превращается в настоящее, которое не имеет продолжительности (длительности), и становится прошлым, которое более не существует[2].

Восприятие течения времени, для того чтобы отличить его от физической продолжительности времени, было названо обладанием протяженностью (сжа-

---

* *Шиффман Х.* Ощущение и восприятие. СПб.: Питер, 2003. С. 771—787.

[1] См.: *Trefil J.* Which way does time fly? // The New York Times (Book Review. Section 7). June 23. 1991. P. 6.

[2] См.: *Scariano A.* Where time comes from // The New York Times (Book Review. Section 7; letter to the editor). July 21. 1991. P. 4.

тостью/растянутостью времени) (*protensity*)[3]. Восприятие времени — странная (причудливая) перцепция в том смысле, что оно имеет скорее когнитивную, нежели физическую или нейронную основу. Действительно, нет ни очевидных сенсорных рецепторов или органов, предназначенных для восприятия времени, ни каких-либо непосредственных, наблюдаемых ощущений, вызываемых специфическими стимулами, связанными со временем. Продолжительность (течение) времени не имеет никаких «вещественных» признаков, свойственных большинству физических стимулов. Как справедливо заметил Фрэсс:

> Продолжительность не существует ни в самой себе, ни вне самой себя, а присуща тому, что длится[4].

Эта же мысль, подчеркивающая неуловимость восприятия времени, в более сложной форме выражена и Гансом Касторпом, героем романа Томаса Манна «Волшебная гора».

> Что такое время? Вы можете ответить мне на этот вопрос? Пространство мы воспринимаем с помощью наших органов чувств, с помощью зрения и осязания. Прекрасно. Но где орган, воспринимающий время? Как мы можем измерить то, о чем на самом деле нам ничего не известно, ни единого свойства? Мы говорим о времени, что оно проходит. Очень хорошо, пусть себе проходит. Но чтобы мы могли измерить его, <...> чтобы подлежать измерению, время должно течь равномерно, но кто сказал, что оно течет именно так? Насколько наше сознание способно это оценить, ничего подобного не происходит; мы лишь для удобства принимаем, что оно течет именно так: наши единицы измерения — чистая условность, они всего лишь результат общей договоренности[5].

Как мы увидим, есть достаточно оснований согласиться с Фрэссом и с Т. Манном в том, что само по себе время не является конкретным принадлежащим нам предметом, но воспринимается нами косвенно, иными словами,

> понятие «время» это нечто то же самое, что и понятие «ценность денег», которое воспринимается исключительно через суждение (мыслительный процесс)[6].

Ниже будут рассмотрены два основных объяснения восприятия времени: одно из них имеет биологическую основу, второе — когнитивную. Эти объяснения не являются ни взаимоисключающими, ни исчерпывающими.

---

[3] См.: *Woodrow H.* Time perception // Handbook of experimental psychology / S.S. Stevens (Ed.). N.Y.: Wiley, 1951.

[4] См.: *Fraisse P.* Perception and the estimation of time // Annual Review of Psychology. 1984. Vol. 35. P. 2.

[5] См.: *Mann T.* The magic mountain. N.Y.: Alfred A. Knopf, 1927. P. 66.

[6] См.: *Woodrow H.* Time perception // Handbook of experimental psychology / S.S. Stevens (Ed.). N.Y.: Wiley, 1951. P. 1235.

Биологическая основа восприятия времени

Циклическая природа многих физиологических процессов хорошо известна. В качестве наглядного примера можно привести изменение температуры тела человека: разница между максимальной температурой днем и минимальной ночной температурой составляет примерно 1,8 F[7]. Многие повторяющиеся физиологические изменения и действия большинства животных, такие, например, как изменение температуры тела и паттерны потребления пищи и воды, отражают их фундаментальную адаптацию к ежесуточной смене дня и ночи. Паттерны активности, воспроизводимые регулярно и повторяющиеся ежесуточно, называются суточными ритмами, поскольку продолжительность цикла составляет примерно 24 *ч*. Средний суточный ритм человека, определенный при тщательно контролируемых экзогенных факторах, составляет 24,18 *ч*[8].

Складывается такое впечатление, что суточные физиологические ритмы регулируются преимущественно стимуляцией сетчатки светом. (Однако, обратите внимание на то, что суточная ритмичность свойственна также и незрячим индивидуумам, а это свидетельствует о роли базовых, эндогенных влияний, не связанных с освещенностью[9]. По специальному проводящему тракту ретинальные сигналы поступают в скопление, или ядро, мозговых клеток гипоталамуса (гипоталамус расположен прямо над зрительным перекрестом), называемое *супраоптическим (надзрительным) ядром,* которое играет роль регулятора, задающего темп суточной, временнóй организации многих физиологических функций[10]. Из надзрительного ядра нейронный сигнал поступает в *шишковидное тело* (эпифиз), миниатюрную железу, расположенную в промежуточном мозге. Именно шишковидное тело и является тем органом, который непосредственно реагирует на свет или его отсутствие: оно вырабатывает гормон, называемый *мелатонином,* секреция которого зависит от освещенности — свет ее тормозит, а его отстутствие — стимулирует. (Именно поэтому мелатонин иногда называют «гормоном Дракулы»[11]. Мелатонин синхронизирует функции некоторых

---

[7] 0°F = –17,8°C. — *Пер. источника.*

[8] См.: *Czeisler C.A. et al.* Suppression of melatonin secretion in some blind patients by exposure to bright light // The New England Journal of Medicine. 1995. Vol. 332. P. 6—11; *Moore R.Y.* A clock for the ages // Science. 1999. Vol. 284. P. 2102—2102.

[9] См.: *Schibler U.* Heartfelt enlightenment // Nature. 2000. Vol. 404. P. 25—28; *Whitmore D. et al.* Light acts directly on organs and cells in culture to set the vertebrate circadian clock // Nature. 2000. Vol. 404. P. 87—91.

[10] См.: *Dunlap J.*C A new slice on an old problem // Nature Neuroscience. 2000. Vol. 3. P. 305—306; *Jagota A. et al.* Morning and evening circadian oscillations in the sprachiasmatic nucleus in vitro // Nature Neuroscience. 2000. Vol. 3. P. 305—306.

[11] См.: *Lewy A.J. et al.* Light suppresses melatonin secretion in humans // Science. 1980. Vol. 210. P. 1267—1269; *Barrera-Mera B., Barrera-Calva E.* The Cartesian clock metaphor for pineal gland operation pervades the origin of modern chronobiology // Neuroscience and Biobehavioral Reviews. 1998. Vol. 23. P. 1—4.

органов и желез, регулирующих суточные биологические циклы. В частности, он снижает температуру тела и облегчает отход ко сну. Интересно отметить следующее: есть свидетельства в пользу того, что даже у незрячих индивидуумов визуальная подсистема, «ответственная» за подавление секреции мелатонина, функционирует нормально[12]. Наконец, хотя эндогенные (т.е. зависящие от внутренней среды организма человека) суточные часы и регулируются светом, вовсе не обязательно, чтобы свет стимулировал именно сетчатку. Известно, например, что стимуляция интенсивными вспышками света подколенной области, богатой кровеносными сосудами, также влияет на суточные ритмы[13]. Однако механизм, обусловливающий этот феномен, пока неизвестен.

Некоторые животные извлекают немалую биологическую выгоду из способности определенных периодических изменений, происходящих в природе, влиять на физиологические ритмы и вызывать те или иные поведенческие реакции. Например, то, что после захода солнца птицы устраиваются на насесте, является примером адаптивного поведения, поскольку в темноте большинство птиц лишаются способности видеть, а потому становятся беззащитными. Почти полное отсутствие какой бы то ни было физической активности, характерное для птиц на насесте, делает их практически неуловимыми для потенциальных хищников. Аналогично и зимняя спячка многих млекопитающих представляет собой адаптивную реакцию на понижение температуры, т.е. на условия, при которых энергетические затраты организма огромны, а количество доступной пищи очень мало.

Исходя из того, что цикличность биоповеденческой активности является феноменом, существование которого не вызывает сомнений, вполне резонно поискать в нервной системе механизм восприятия времени — некие биологические часы[14]. Сторонники идеи о свойственном организму внутреннем чувстве времени исходят из существования устойчивого к воздействию непосредственной внешней стимуляции непрерывного и автоматического биологического ритма, с помощью которого организм сравнивает продолжительность действия различных стимулов и событий. Периодичность, характеризуемая измеряемой частотой, свойственна электрической активности мозга, биению пульса и серд-

---

[12] См.: *Czeisler C.A. et al.* Suppression of melatonin secretion in some blind patients by exposure to bright light // The New England Journal of Medicine. 1995. Vol. 332. P. 6—11.

[13] См.: *Campbell S.S., Murphy P.J.* Extraocular circadian phototransduction in humans // Science. 1998. Vol. 279. P. 396—399; *Oren D.A., Terman M.* Tweaking the human circadian clock with light // Science. 1998. 279. P. 333—334.

[14] См.: *Hoagland H.* The physiological control of judgments of duration: Evidence for a chemical clock // Journal of General Psychology. 1933. Vol. 9. P. 267—287; *Hoagland H.* Pacemakers in relation to aspects of behavior. N.Y.: Macmillan, 1935; *Holubar J.* The sense of time: an electrophysiological study of its mechanism in man. Cambridge: MIT Press, 1969; *Treisman M.* Temporal discrimination and the indifference interval: Implications for a model of the «internal clock» // Psychological Monographs. 1963. Vol. 77 (Vol. 576); *Matell M.S., Meek W.H.* Neuropsychological mechanisms of interval timing behavior // BioEssays. 2000. Vol. 22. P. 94—103.

цебиению, дыханию, метаболическим и эндокринным процессам, терморегуляции и циклам общей активности (хотя многие из этих циклов — не очень удачные примеры ритмов, ибо исключительно подвержены внешней стимуляции, а потому изменяются в широких пределах).

Было изучено влияние некоторых из этих наиболее стабильных физиологических функций организма и процессов на восприятие времени, а результаты, полученные при исследовании влияния температуры и метаболических процессов, положены в основу биологической гипотезы восприятия времени.

Гипотеза Хогланда: биологические часы

Попытка создания теории, основанной на внутренних биологических часах, связана с именем Хогланда[15]. Как отмечает сам ученый, он начал свою работу, когда заболела его жена. У больной был сильный жар, и она плохо ориентировалась во времени. Тогда-то Хогланд и предположил, что именно температура повлияла на восприятие ею времени, и попросил ее оценивать течение времени, считая до 60 с такой скоростью, при которой, по ее мнению, «один счет» соответствует 1 *с*. Сравнив затем результаты субъективных подсчетов больной с ее оральной температурой, он обнаружил связь между температурой тела и восприятием времени, графически представленную на рис. 1. Говоря конкретнее, Хогланд обнаружил, что при высокой температуре субъективная, или воспринимаемая больной, минута была короче, чем при низкой. Например, из графика, представленного на рис. 1, следует, что при температуре, равной 98°F (примерно 36,6°C), больная воспринимала как минуту 52 *с*, а при температуре, равной 101°F (примерно 38,3°C), — всего лишь 40 *с*. В обоих случаях, т.е. когда она принимала за минуту и 52, и 40 *с*, жена Хогланда завышала ***(переоценивала)*** определенные промежутки времени. Однако, как следует из рис. 1, по мере увеличения температуры тела эта переоценка увеличивается. Это позволило Хогланду предположить, что увеличение температуры тела ускоряет протекающие в организме процессы, и человеку кажется, что время идет быстрее, т.е. имеет место ***переоценка*** времени. Согласно ***гипотезе Хогланда***, мозг имеет некие биологические часы, регулирующие скорость протекающих в организме процессов обмена веществ, которая, в свою очередь, влияет на восприятие течения времени.

Предположение Хогланда о том, что при повышении температуры тела внутренние биологические часы «начинают спешить», подтверждается результатами многих исследований. Склонность испытуемых с повышенной темпера-

---

[15] См.: *Hoagland H.* The physiological control of judgments of duration: Evidence for a chemical clock // Journal of General Psychology. 1933. Vol. 9. P. 267—287; *Hoagland H.* Pacemakers in relation to aspects of behavior. N.Y.: Macmillan, 1935.

турой воспринимать определенные промежутки времени как более продолжительные, чем они есть на самом деле, отмечена рядом авторов[16].

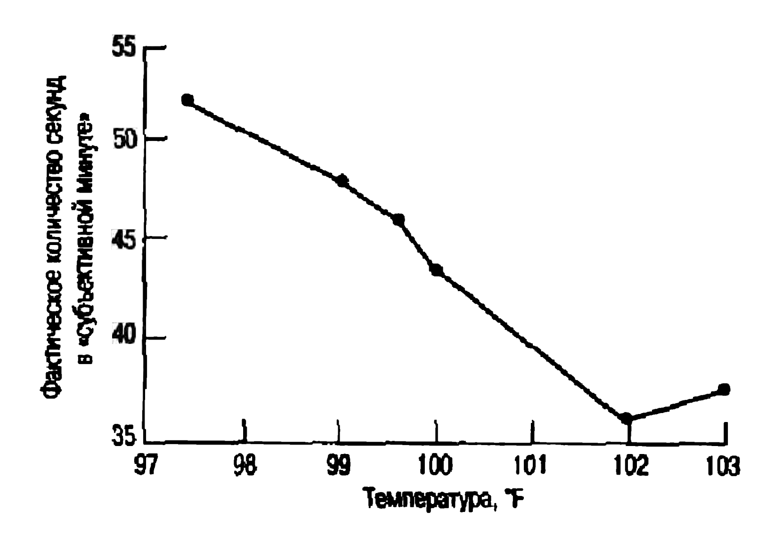


Рис. 1. Связь между температурой тела и фактическим количеством секунд в «субъективной», или воспринимаемой больной, минуте. По мере увеличения температуры количество секунд, необходимое для «субъективной» минуты, уменьшается, т.е. больной кажется, что проходит больше времени, чем на самом деле[17]

Из этого следует, что понижение температуры должно оказывать противоположный эффект. Оно должно замедлять метаболические процессы (и ход предполагаемых биологических часов), результатом чего должна стать *недооценка* течения времени. Это предположение было проверено на аквалангистах на побережье Уэльса в марте при температуре воды, равной 4°C (39°F)[18]. До и после погружения участники эксперимента определяли продолжительность периодов времени точно так же, как это делала жена Хогланда, т.е. считая до 60 (про себя) с такой скоростью, которая, по их мнению, соответствовала «одному счету» в

[16] См.: *Thor D.H.* Diurnal variability in time estimation // Perceptual and Motor Skills. 1962. Vol. 15. P. 451—454; *Kleber R.J., Lhamon W.T., Goldstone S.* Hyperthermia, hyperthyroidism, and time judgment // Journal of Comparative and Physiological Psychology. 1963. Vol. 56. P. 362—365; *Pfaff D.* Effects of temperature and tinge of day on time judgments // Journal of Experimental Psychology. 1968. Vol. 76. P. 419—422; *Hancock P.A.* Body temperature influence on time perception // Journal of General Psychology. 1993. Vol. 120. P. 197—215; *Wearden J.F., Penton—Voak I.S.* Feeling the heat: Body temperature and the rate of subjective time, revisited // The Quarterly Journal of Experimental Psychology. 1995. Vol. 48. P. 129—141.

[17] См.: *Hoagland H.* The physiological control of judgments of duration: Evidence for a chemical clock // Journal of General Psychology. 1933. Vol. 9. P. 267—287.

[18] См.: *Baddeley A.D.* Time-estimation at reduced body temperature // American Journal of Psychology. 1966. Vol. 75. P. 475—479.

секунду. Результаты этого эксперимента, имеющие непосредственное отношение к рассматриваемому нами вопросу, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость времени, необходимого испытуемым для того, чтобы сосчитать до 60, от средней температура тела в холодной воде

	Температура тела, °F / °C	Время, воспринимаемое как 1 *мин*, *с*
Перед погружением	97,39 / 36,33	64,48
После погружения	95,03/35,02	70,44*
Разница	2,36/1,31	–5,96

* *Примечание.* Обратите внимание на то, что, для того чтобы сосчитать до 60 после погружения, испытуемым требовалось 70,44 *с*, т.е. они воспринимали необходимое для этого время равным минуте. Следовательно, понижение температуры тела приводит к «недооценке» времени[19]

Конечно же, после погружения температура тела испытуемых падала и они считали медленнее, чем до погружения, что подтверждает гипотезу Хогланда о влиянии температуры тела на восприятие времени.

Исследования зависимости восприятия времени при условиях, когда температура тела испытуемых понижалась или повышалась, проведенные многими учеными, казалось бы, не оставляют сомнений в том, что оно действительно зависит от температуры тела[20]. Однако некоторым ученым не удалось обнаружить надежной связи между температурой тела и восприятием времени, что делает окончательный вывод проблематичным[21].

Представленные выше экспериментальные данные позволяют предположить существование неких внутренних биологических часов, «ход» которых зависит от температуры тела, замедляя или ускоряя протекающие в организме процессы. В следующем разделе мы расскажем о том, как влияет на восприятие времени другой фактор — лекарственные препараты, которые тоже воздействуют на физиологию человека.

---

[19] См.: *Baddeley A.D.* Time-estimation at reduced body temperature // American Journal of Psychology. 1966. Vol. 75. P. 475—479.

[20] См.: *Wearden J.F., Penton-Voak I.S.* Feeling the heat: Body temperature and the rate of subjective time, revisited // The Quarterly Journal of Experimental Psychology. 1995. Vol. 48. P. 129—141.

[21] См.: *Bell C.R.* Time estimation and increases in body temperature // Journal of Experimental Psychology. 1965. Vol. 70. P. 232—234; *Bell C.R., Proving K.A.* Relation between physiological responses to environmental heat and time judgments // Journal of Experimental Psychology. 1963. Vol. 66. P. 572—579; *Lockhart J.M.* Ambient temperature and time estimation // Journal of Experimental Psychology. 1967. Vol. 73. P. 286—291; *Wilsoncroft W.E., Griffiths R.S.* Time perception and body temperature: A review // Psychological Documents. 1985. Vol. 75. P. 1—12.

Лекарственные препараты и восприятие времени

Существуют неопровержимые доказательства того, что некоторые лекарственные препараты влияют на восприятие времени. Известно, например, что под влиянием амфетаминов у человека возникает ощущение более медленного течения времени, т.е. людям кажется, что прошло больше времени, чем на самом деле[22]. Аналогичное влияние оказывает и кофеин[23]. В отличие от кофеина фенобарбитал, успокоительное средство, такого эффекта не оказывает. Оксид азота[24] и другие газы, обладающие анестезирующими свойствами[25], воздействуют на человека таким образом, что время для него «укорачивается», т.е. имеет место «недооценка, занижение» временных отрезков. Общее правило, касающееся влияния лекарственных препаратов на восприятие времени, заключается в следующем: лекарственные препараты, *ускоряющие* обменные процессы в организме, приводят к «переоценке» времени (т.е. у человека возникает ощущение, что проходит больше времени, чем на самом деле), а препараты, замедляющие обменные процессы, оказывают противоположное действие.

К числу наиболее поразительных примеров влияния на восприятие времени относятся эффекты, возникающие под воздействием так называемых психоделических препаратов, например марихуаны, ЛСД и др. Как правило, они кардинально изменяют восприятие времени, вызывая такое ощущение, будто оно не идет, а тянется невероятно медленно[26]. Однако механизм их действия пока неизвестен, т.е. неясно, действуют ли они напрямую, влияя непосредственно на эндогенные биологические часы, или косвенно, изменяя различные физиологические процессы. Кроме того, большинство этих наркотиков, судя по всему, обостряют восприятие всего происходящего вокруг и готовность к различным действиям, которые тоже могут влиять на восприятие времени. К обсуждению этого вопроса мы еще вернемся.

---

[22] См.: *Frankenhauser M.* Estimation of time. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1959; *Goldstone S., Boarman W.K., Lhamon W.T.* Effect of quintal barbitone, dextroam-phetamine, and placebo on apparent time // British Journal of Psychology. 1958. Vol. 49. 324—328.

[23] См.: *Frankenhauser M.* Estimation of time. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1959.

[24] См.: *Steinberg A.* Changes in time perception induced by an anaesthetic drug // British Journal of Psychology. 1955. Vol. 46. P. 273—279.

[25] См.: *Adam N., Rosner B.S., Hosick E.C., Clark D.L.* Effect of anesthetic drugs on time production and alpha rhythm // Perception & Psychophysics. 1971. Vol. 10. P. 133—136.

[26] См.: *Conrad D.G., Elsmore T.F., Sodetz F.J.* A Tetrahy-drocannabinol: Dose-related effects on timing behavior in chimpanzee // Science. 1972. Vol. 175. P. 547—550; *Fisher R.* The biological fabric of time. In Interdisciplinary perspectives of time // Annals of the New York Academy of Sciences. 1967. Vol. 138. P. 451—465.

Когнитивные теории восприятия времени

Точка зрения, весьма отличная от изложенной выше, заключается в том, что восприятие времени является результатом когнитивной активности. Более конкретно эта мысль может быть выражена следующим образом: восприятие времени — это когнитивная конструкция, продукт умственной активности, определяемой природой и масштабом (размахом) когнитивной обработки информации, выполненной за данный промежуток времени. Известно несколько когнитивных теорий восприятия времени[27], однако одной из самых ранних, наиболее репрезентативных и широко изучаемых является теория Роберта Орнштейна[28].

Теория Орнштейна: объем информации, сохраненной в памяти

Создавая свою теорию восприятия времени, Орнштейн исходил из того, что восприятие человеком продолжительности какого-либо временного отрезка зависит от того, что сохранилось в его памяти[29]. В основе теории Орнштейна лежит тезис, в соответствии с которым воспринимаемая продолжительность временного отрезка определяется количеством информации, сознательно усвоенной в этот период времени и сохраненной. Согласно этой точке зрения, восприятие времени либо зависит от сохранившихся в памяти когнитивных событий, либо конструируется на их основе. Сравнивая память человека с компьютером, Орнштейн пишет:

> Если в компьютер введена информация и ему дана команда определенным образом сохранить ее, мы можем выяснить, сколько слов или какой объем носителя для этого понадобился. Для хранения более сложной информации потребуется больше места, чем для хранения простой. Аналогично и информация, состоящая из многих разных фрагментов, потребует больше места, чем однородная информация <...>. Если речь идет об определенном промежутке времени, то восприятию его как более продолжительного будет способствовать либо увеличение числа сохраняемых событий, либо их усложнение, и чем больше объем сохраняемой информации, тем более продолжительным кажется данный промежуток времени[30].

---

[27] См.: *Block R.A.* Models of psychological time // Cognitive models of psychological time / R.A. Block (Ed.). Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1990; *Gilliland A.R., Hofeld J., Eckstrand G.* Studies in time perception // Psychological Bulletin. 1946. Vol. 43. P. 162—176; *Kristofferson A.B.* Attention and psychophysical time // Acta Psychologica. 1967. Vol. 27. P. 93—100; *Michon J.* Tapping regularity as a measure of perceptual motor load // Ergonomics. 1966. Vol. 9. P. 401—412; *Thomas E.A. C, Weaver W.B.* Cognitive processing and time perception // Perception & Psychophysics. 1975. Vol. 17. P. 363—367.

[28] См.: *Ornstein R.E.* On the experience of time. Baltimore: Penguin Books, 1969.

[29] Там же.

[30] См.: *Ornstein R.E.* On the experience of time. Baltimore: Penguin Books, 1969. P. 41.

Восприятие времени, если смотреть на него именно с этих позиций, легко поддается анализу. Согласно теории Орштейна, такие стимульные факторы, как количество и сложность событий, имевших место в определенный период времени, а также эффективность их кодирования и сохранения в памяти, влияют на количество информации, которую нужно обработать. Следовательно, восприятие продолжительности данного периода времени тоже во многом зависит от этих факторов. Например, увеличение в определенный промежуток времени как числа событий, так и их сложности увеличивает объем информации, подлежащей обработке, и, таким образом, этот промежуток времени начинает восприниматься как более продолжительный. Рассмотрим, как именно некоторые из этих факторов влияют на восприятие времени.

Количество событий. Орнштейн указывает на существование прямой зависимости между количеством событий и воспринимаемой продолжительностью данного отрезка времени[31]. Его эксперименты продолжались одно и то же время — 9 *мин* 20 *с*, — но стимулы — звуковые сигналы — подавались с разной скоростью: 40, 80 или 120 сигналов в минуту. Как и ожидалось, увеличение числа стимулов во время эксперимента (или числа изменений характера стимуляции) привело к тому, что испытуемым эти эксперименты показались более продолжительными, а именно: эксперимент, в котором звуковые сигналы подавались со скоростью 120 сигналов в минуту, показался продолжительнее эксперимента, в котором скорость подачи звуковых сигналов составляла 80 сигналов в минуту, и оба эти эксперимента были оценены как более продолжительные, чем тот, в котором скорость подачи сигналов была равна 40 сигналам в минуту (аналогичные результаты получены с использованием мелодичных стимулов[32]). Влияние количества событий на восприятие продолжительности временного отрезка подтверждено также и в экспериментах с использованием зрительной[33] и тактильной[34] сенсорных модальностей. Короче говоря, период времени, заполненный большим числом событий (стимулов), оценивался испытуемыми как более продолжительный в сравнении с тем отрезком времени, который вместил

[31] См.: *Ornstein R.E.* On the experience of time. Baltimore: Penguin Books, 1969. P. 41.

[32] См.: *Boltz M.G.* Task predictability and remembered duration // Perception & Psychophysics. 1998. Vol. 60. P. 768—784; *Boltz M.G.* The processing of temporal and nontemporal information in the remembering of event duration and musical structure // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 1998. Vol. 24. P. 1087—1104; *Boltz M.G.* The relationship between internal and external determinants of time estimation behavior // Time and the dynamic control of behavior / V. DeKeyser, G. d'Ydewalle, Y.A. Vandierendonck (Eds.). Gottinge, Germany: Hogrefe & Huber Publishers, 1998. P. 109—127.; *Boltz M.G.* Tempo discrimination of musical patterns: Effects due to pitch and rhythmic structure // Perception & Psychophysics. 1998. Vol. 60. P. 1357—1373.

[33] См.: *Mescavage A. A., Helmet W.I., Tatz S.J., Runyon R.P.* Time estimation as a function of rate of stimulus change // Paper presented at the annual meeting of the Eastern Psychological Association. N.Y.: April, 1971; *Schiffman H.R., Bobko D.J.* The role of number and familiarity of stimuli in the perception of brief temporal intervals // American Journal of Psychology. 1977. Vol. 90. P. 85—93.

[34] См.: *Buffardi L.* Factors affecting the filled—duration illusion in the auditory, tactual, and visual modalities // Perception & Psychophysics. 1971. Vol. 10. P. 292—294.

в себя меньше событий. (Аналогичные результаты были получены в опытах с участием детей не старше 6 лет[35].

Интересные результаты, связанные с определением продолжительности звучания мелодий, получены Коваль[36]. Она установила, что сочетания музыкальных нот, которые испытуемые оценивали как более знакомые, предсказуемые и «организованные», воспринимались ими и как более продолжительные, чем те же самые сочетания нот, но исполненные задом наперед. Несмотря на то что ее данные вроде бы не согласуются с представлениями Орнштейна о роли объема сохраненной информации, Коваль также нашла, что знакомые мелодии воспринимались как содержащие значительно большее количество нот, чем незнакомые. Следовательно, результаты экспериментов Коваль согласуются с теорией Орнштейна в том, что восприятие любого временного интервала зависит от *числа событий,* или элементов, *воспринятых* в течение этого интервала. В ряде публикаций сообщается и об аналогичном влиянии на восприятие времени и числа *изменений* стимуляции[37].

Заполненные промежутки времени/незаполненные промежутки времени. С зависимостью восприятия времени от количества событий связан и труднообъясняемый, но имеющий положительное подтверждение тезис, согласно которому «заполненные» промежутки времени, т.е. временные отрезки, «содержащие» такие стимулы, как звуковые или световые сигналы, обычно воспринимаются как более продолжительные, чем «пустые» временные интервалы между предъявлениями двух сигналов[38].

Совершенно неожиданно, однако, именно эта ситуация помогает также понять, почему человеку, нетерпеливо ожидающему какого-либо события, например получения важного письма, чьего-либо приезда или результата тестирования, кажется, что время «тянется», и он воспринимает «пустой» промежуток времени как более продолжительный, чем он есть на самом деле, т.е. переоценивает его. В данном случае эта «переоценка» времени является результатом когнитивно-эмоционального влияния ожидания. Ожидание повышает общий тонус индивидуума, вследствие чего он становится более чувствительным к

[35] См.: *Arlin M.* The effects of physical work, mental work, and quantity on children's time perception // Perception & Psychophysics. 1989. Vol. 45. P. 209—214.

[36] См.: *Kowal K.H.* Apparent duration and numerosity as a function of melodic familiarity // Perception & Psychophysics. 1987. Vol. 42. P. 122—131.

[37] См.: *Poynter W.D., Homa D.* Duration judgment and the experience of time // Perception & Psychophysics. 1983. Vol. 33. P. 548—560; *Block R.A.* Experiencing and remembering time: Affordances, context, and cognition // Time and human cognition: A life—span perspective / I. Levin, D. Zakay (Eds.). Amsterdam: North Holland, 1989.

[38] См.: *Gomez L.M., Robertson L.C.* The filled—duration—illusion: The function of temporal and nontemporat set // Perception & Psychophysics. 1979. Vol. 25. P. 432—438; *Long G., Beaton R.J.* The contribution of visual persistence to the perceived duration of brief targets // Perception & Psychophysics. 1980. Vol. 28. P. 422—430; *Thomas E.A.C., Brown I.* Time perception and the filled duration illusion // Perception & Psychophysics. 1974. Vol. 16. P. 449—458; *Thomas E.A.C., Weaver W.B.* Cognitive processing and time perception // Perception & Psychophysics. 1975. Vol. 17. P. 363—367.

«восприятию временной информации» и «переоценивает» время[39]. Подобная ситуация, возникающая, когда человек очень ждет какого-то события, прекрасно отражена в поговорке «Вода в котле, за которым наблюдают, никогда не закипает». (Мы еще вернемся к этому феномену.)

Обобщая изложенное выше, можно сказать, что «пустой» промежуток времени содержит меньше информации, которую нужно обрабатывать, чем «заполненный», вследствие чего при их сравнении и может восприниматься как более короткий. Однако пассивно проживаемый «пустой» временной интервал способен также обострить восприятие времени, и у человека может возникнуть впечатление, что прошло больше времени, чем на самом деле. Следовательно, в зависимости от характера ситуации и от того, чем человек занят, «пустой» промежуток времени может восприниматься им *либо* как более продолжительный, *либо* как более короткий, чем равный ему по физической продолжительности «заполненный» промежуток[40].

Сложность стимула. Влияние *сложности* стимулов, предъявляемых в течение определенного промежутка времени, на восприятие его продолжительности изучено Орнштейном[41] и другими исследователями[42]. Как правило, чем сложнее предъявляемые стимулы, тем более продолжительным кажется период тестирования. Это явление наблюдалось и при стимуляции различными визуальными стимулами — геометрическими фигурами, сложность которых определялась количеством внутренних углов, — и при стимуляции звуковыми сигналами разной степени сложности. Аналогичное влияние на восприятие времени испытуемыми наблюдалось и тогда, когда они прослушивали разные по сложности мелодии: более сложные мелодии признавались ими и более продолжительными по времени, чем простые[43].

---

[39] См.: *Block R.A., George E.J., Reed M.A.* A watched pot sometimes boils: A study of duration experience // Acta Psychologica. 1980. Vol. 46. P. 81—94; *Cahoon D., Edmonds E.M.* The watched pot still won't boil: Expectancy as a variable in estimating the passage of time // Bulletin of the Psychonomic Society. 1980. Vol. 16. P. 115—116; *Ornstein R.E.* On the experience of time. Baltimore: Penguin Books, 1969; *Zakay D.* Relative and absolute duration judgments under prospective and retrospective paradigms // Perception & Psychophysics. 1993. Vol. 54. P. 656—664.

[40] См.: *Boltz M.G.* The estimation and attentional perspective // Perception & Psychophysics. 1991. Vol. 49. P. 422—433; *Grondin S., Rousseau R.* Judging the relative duration of multimodal short empty time intervals // Perception & Psychophysics. 1991. Vol. 49. P. 245—256; *Grondin S.* Duration discrimination of empty and filled intervals marked by auditory and visual signals // Perception & Psychophysics. 1993. Vol. 54. P. 383—394; *Rammsayer T.M., Lima S.D.* Duration discrimination of filled and empty auditory intervals: Cognitive and perceptual factors // Perception & Psychophysics. 1991. Vol. 50. P. 565—574; *Zakay D., Block R.A.* Temporal cognition // Psychological Science. 1997. Vol. 6. P. 12—16.

[41] См.: *Ornstein R.E.* On the experience of time. Baltimore: Penguin Books, 1969.

[42] См.: *Schiffman H.R., Bobko D.J.* Effects of stimulus complexity on the perception of brief temporal intervals // Journal of Experimental Psychology. 1974. Vol. 103. P. 156—159.

[43] См.: *Yeager J.* Absolute time estimates as a function of complexity and interruptions of melodies // Psychonomic Science. 1969. Vol. 15. P. 177—178.

Установлено, что на восприятие времени влияет и характер выполняемой работы, а именно то, насколько она знакома исполнителю и предсказуема. Если речь идет о знакомой, хорошо организованной и предсказуемой деятельности, когда человек заранее знает, чего ему следует ожидать и в какой последовательности нужно выполнять те или иные действия, чтобы успешно справиться с заданием, он воспринимает время относительно точно. Примерами подобных ситуаций могут служить регулярная доставка корреспонденции почтальоном, выбор и покупка продуктов в знакомом магазине или сортировка каких-либо знакомых предметов. Напротив, если задание незнакомо и непредсказуемо и человек не знает, чего именно ему следует ожидать, — примером может быть ситуация, при которой человек впервые постигает действия, необходимые для решения сложных перцептивно-моторных задач, а именно это и происходит, когда он начинает учиться водить машину, — ему кажется, что проходит больше времени, чем на самом деле, т.е. время, затраченное при этом, переоценивается.

Организация информации и память. Согласно теории восприятия времени, основанной на объеме сохраненной информации, воспринимаемая продолжительность промежутка времени зависит также и от того, каким образом организована информация, представленная в течение этого промежутка (т.е. как она закодирована и сохранена в памяти), а также от количества сохраненной в памяти стимульной информации. Из этого следует, что чем больше информации о прошедшем временнóм интервале сохранилось в памяти, тем более продолжительным он кажется. С этим тезисом согласуется и следующий установленный Орнштейном факт: неприятные стимулы запоминаются хуже, чем нейтральные, а неприятные события воспринимаются как более быстротечные[44]. Всем известно, что по прошествии времени кажется, будто приятные или интересные события длились дольше, чем это было на самом деле. Причина подобного феномена может заключаться в том, что эти эпизоды запоминаются лучше, нежели обычные и заурядные события, а потому по сравнению с ними и кажутся более продолжительными.

Мюллиган и Шиффман, объясняя роль организации и памяти в изменении кажущейся продолжительности временнóго промежутка с позиций экологического подхода, приводят свидетельство в поддержку этого аспекта теории восприятия времени, основанной на объеме сохраненной информации (теории Орнштейна)[45]. В одном из экспериментов они предъявляли испытуемым (в течение фиксированного периода времени) контурный рисунок (рис. 2) и просили их изучить и запомнить его. Если предъявлению рисунка предшествовала (или следовала за ним) облегчающая выполнение задания помощь в виде подписи к нему или вербального комментария, испытуемым казалось, что рисунок «промелькнул» быстрее, чем в отсутствие такой помощи. Иными словами, словес-

[44] См.: *Ornstein R.E.* On the experience of time. Baltimore: Penguin Books, 1969.

[45] См.: *Mulligan R.M., Schiffman H.R.* Temporal experiences as a function of organization in memory // Bulletin of the Psychonomic Society. 1979. Vol. 14. P. 417—420.

ный или графический лейбл, уменьшая неопределенность рисунка, облегчал его запоминание.

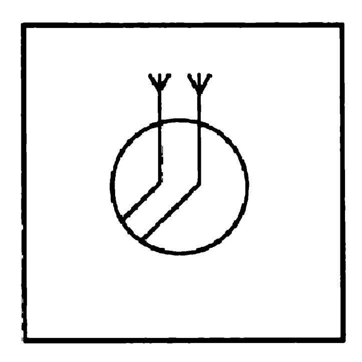


Рис. 2. Неоднозначный контурный рисунок, предъявлявшийся Мюллиганом и Шиффманом[46]

Описание, делающее рисунок менее двусмысленным, звучит так: «Ранняя пташка, поймавшая здоровенного червяка»

Эти результаты подтверждают справедливость предположения, что «помощь», даже если она поступает *после* предъявления рисунка, облегчает его сохранение в памяти. Именно поэтому временные интервалы, содержащие стимулы, которые хорошо организованы, а потому требуют сохранения в памяти меньшего объема информации, воспринимаются как более короткие, чем временные интервалы, в которых присутствуют те же самые, но менее организованные стимулы.

Интересным примером роли памяти в восприятии течения времени является один из вариантов классического гештальтистского *эффекта Зейгарник,* в соответствии с которым выполненное задание запоминается хуже, чем невыполненное[47]. Возможно, большинству учащихся, которым приходилось сдавать экзамены в форме тестов, когда за определенное время нужно было ответить на разные вопросы, выбрав один ответ из предложенных нескольких ответов, или дополнить неполный ответ, это известно из собственного опыта. После тестирования легче всего вспоминаются те вопросы, на которые человек не смог ответить, и те, в ответах на которые он не уверен, т.е. те вопросы, которые остались «когнитивно неразрешенными». Следовательно, поскольку незавершенная работа сохраняется в памяти лучше, нежели завершенная, затраченный на нее период времени должен восприниматься как более продолжительный. Справедливость этого предположения подтверждается тем, что испытуемые, которым экспериментаторы мешали выполнять простые задания, воспринимали затра-

[46] См.: *Mulligan R.M., Schiffman H.R.* Temporal experiences as a function of organization in memory // Bulletin of the Psychonomic Society. 1979. Vol. 14. P. 417—420.

[47] См.: *Zeigarnik B.* Uber das Behalten eriedigter und uner-ledigter Handlungen // Psychol. Forsch. 1927. Vol. 5. P. 1—85.

ченное на них время как более продолжительное, чем те, которым экспериментаторы позволили их закончить[48].

Прежде чем завершить обсуждение подхода Орнштейна к восприятию времени, основанного на объеме сохраненной в памяти информации, следует сказать, что это отнюдь не первая попытка рассматривать восприятие времени преимущественно как когнитивное явление[49]. Теория Орнштейна не является также и единственным примером когнитивного подхода к восприятию времени, о чем свидетельствует материал, изложенный в следующем подразделе.

Когнитивно-аттенционная теория

Альтернативой теории Орнштейна, согласно которой восприятие времени зависит от объема сохранившейся в памяти информации, является теория, которая, судя по всему, занимает важнейшее место среди когнитивных подходов и исходит из того, что восприятие времени непосредственно зависит от *фокуса внимания*. Сторонники *когнитивно-аттенционной теории* считают, что существуют два не зависимых друг от друга механизма внимания: 1) невременной механизм обработки информации, связанный с обработкой информации о происходящих когнитивных событиях; 2) когнитивный таймер, кодирующий и обрабатывающий информацию о времени[50]. Следовательно, при выполнении типичного задания «на время» испытуемые делят свое внимание между его когнитивными требованиями и обработкой информации о том конкретном временнóм интервале, который им нужно оценить. Поскольку оба эти механизма (или процессора) претендуют на ограниченный «запас» внимания и конкурируют между собой за обладание им, характер восприятия времени напрямую зависит от относительного объема внимания, отданного каждому из этих процессов. Если временным аспектам задания уделяется больше внимания, чем когнитивным, затраченное на его выполнение время кажется *больше,* чем есть на самом деле, а если основ-

---

[48] См.: *Schiffman N., Greist-Bousquet S.* The effect of task interruption and closure on perceived duration // Bulletin of the Psychonomic Society. 1992. Vol. 30. P. 9—11; *Fortin C., Rousseau R., Bourque P., Kirouac E.* Time estimation and concurrent nontemporal processing: Specific interference from short-term memory demands // Perception & Psychophysics. 1993. Vol. 53. P. 536—548.

[49] См.: *Gilliland A.R., Hofeld J., Eckstrand G.* Studies in time perception // Psychological Bulletin. 1946. Vol. 43. P. 162—176; *Kristofferson A.B.* Attention and psychophysical time // Acta Psychologica. 1967. Vol. 27. P. 93—100; *Michon J.* Tapping regularity as a measure of perceptual motor load // Ergonomics. 1966. Vol. 9. P. 401—412.

[50] См.: *Thomas E.A.C., Weaver W.B.* Cognitive processing and time perception // Perception & Psychophysics. 1975. Vol. 17. P. 363—367; *Underwood G.* Attention and perception of duration during encoding and retrieval // Perception. 1975. Vol. 4. P. 291—296; *Zakay D.* Subjective time and attentional resource allocation; An integrated model of time estimation // Time and human cognition: A life-span perspective / I. Levin, D. Zakay (Eds.). Amsterdam: North-Holland, 1989; *Zakay D.* Relative and absolute duration judgments under prospective and retrospective paradigms // Perception & Psychophysics. 1993. Vol. 54. P. 656—664.

ное внимание уделяется когнитивным аспектам, то испытуемому кажется, что он затратил на выполнение задания *меньше* времени, чем на самом деле. Согласно этой теории, восприятие времени непосредственно зависит от того, сколько *внимания* испытуемый уделяет течению времени. Как отмечал Фрэсс,

> чем больше человек обращает внимания на время, тем медленнее оно течет... Напротив, если работа трудна и/или интересна, оно пролетает незаметно[51].

Подобный подход позволяет объяснить результаты ряда экспериментов и житейские ситуации. Так, «пустой» временнóй промежуток, о котором говорилось выше (т.е. промежуток времени, включающий в себя всего лишь несколько сенсорных событий или вовсе лишенный их), может показаться более продолжительным, чем промежуток времени, наполненный требующими внимания стимулами[52]. Согласно этой концепции, когда временн й интервал заполнен стимулами, больше внимания направляется на обработку поступающей от них информации и меньше — на когнитивный таймер, в результате чего сознательное восприятие времени сводится к минимуму и человеку кажется, что оно проходит быстро. Справедливость подобного вывода подтверждается и наблюдением, согласно которому усложнение задания приводит к тому, что человек занижает время, затраченное на его выполнение[53].

Погруженность в какое-либо занятие, требующее усилий (например, решение проблемы и прохождение тестирования), приводит к необходимости обрабатывать большее количество информации, в результате чего осознание времени как такового снижается и человеку начинает казаться, что оно идет быстро. Напротив, когда человек стоит в очереди, занят выполнением рутинных, нагоняющих тоску операций или оказывается в ситуации, которую можно сравнить с «наблюдением над котлом, вода в котором все никак не закипает» (выше эта ситуация была объяснена по-другому исходя из теории Орнштейна), т.е. в тех случаях, когда у человека недостаточно информации, нуждающейся в обработке, когнитивному таймеру «достается» больше его внимания. В результате человеку никак не удается отвлечься от мыслей о времени: ему кажется, что оно начинает весить гораздо больше и тянется бесконечно. Чем больше внимания мы уделяем течению времени, тем более медленным оно нам кажется.

---

[51] См.: *Fraisse P.* Perception and the estimation of time // Annual Review of Psychology. 1984. 35. P. 31.

[52] См.: *Hogan H. W.* A theoretical reconciliation of competing views of time perception // American Journal of Psychology. 1978. 91. P. 417—428.

[53] См.: *Brown S. W.* Time perception and attention: The effects of prospective versus retrospective paradigms and task demands on perceived duration // Perception & Psychophysics. 1985. 38. P. 115—124; *Hogan H. W.* A theoretical reconciliation of competing views of time perception // American Journal of Psychology. 1978. 91. P. 417—428; *Zakay D., Fallach E.* Immediate and remote time estimation — A comparison // Acta Psychologica. 1984. 57. P. 69—81; *Zakay D., Nitzan D., Glicksohn J.* The influence of task difficulty and external tempo on subjective time estimation // Perception & Psychophysics. 1983. 34. P. 451—456.

Подобный анализ применим и к знакомым всем ситуациям, обобщенным в крылатом выражении «счастливые часов не наблюдают». В ситуациях, о которых можно сказать этими словами, внимание человека больше приковано к тому, что он делает, т.е. к обработке невременнóй информации, чем к когнитивному таймеру, и осознанное ощущение времени притупляется. Следовательно, чем меньше внимания уделяется течению времени, т.е. когнитивному таймеру, тем более быстротечным кажется время[54]. На самом деле складывается такое впечатление, что едва ли не все, что способно отвлечь наше внимание от наблюдения за ходом времени или от внимания к нему, снижает его восприятие. Ниже приводится высказывание Джона Бойтона Пристли, в котором эта мысль обобщается в несколько импрессионистской манере:

> Когда мы полностью используем свои возможности, отдаем чему-либо всю свою душу и все свое сердце, словом, когда мы живем богатой и интересной жизнью, а не просто существуем, наше внутреннее ощущение времени транжирит отведенное нам реальное время, как пьяный матрос — свое жалование. Нам кажется минутами то, что на самом деле составляет часы[55].

Биологическая/когнитивная основа восприятия времени

Изучение специальной литературы позволяет сделать вывод о существовании некой связи между активностью организма и чувством времени. Точно так же можно говорить и о том, что временнóе восприятие сложных событий испытывает некоторое когнитивное влияние. Как можно разрешить противоречие между двумя этими подходами? Следует отметить, что информация о восприятии времени испытуемыми и об их реакциях, полученная в экспериментах, подтверждающих существование биологических часов как основы восприятия времени, как правило, весьма значительно отличается от информации о восприятии времени, полученной в экспериментах, подтверждающих когнитивную природу чувства времени. В экспериментах первого типа часто используются короткие временные интервалы и используются такие способы оценки реакции испытуемых, как отбивание ударов или счет со скоростью один удар или один «счет» в «субъективную» секунду. Не исключено, что восприятие очень коротких промежутков времени основано на совершенно иных психологических или физиологических процессах, чем восприятие более продолжительных временных отрезков. Возможно, когда речь идет о коротких промежутках времени, внимание человека

---

[54] См.: *Mattes S., Ulrich R.* Directed attention prolongs the perceived duration of a brief stimulus // Perception & Psychophysics. 1998. Vol. 60. P. 1305—1317.

[55] Цит. по: *Hogan H.W.* A theoretical reconciliation of competing views of time perception // American Journal of Psychology. 1978. Vol. 91. P. 419.

преимущественно сосредоточено на восприятии времени как такового, в чем и проявляется влияние физиологических ритмов[56], в то время как суждения о более продолжительных периодах принимаются в большей степени на основе такой косвенной информации о течении времени, как количество и сложность выполненных действий. По мере увеличения временнóго периода возрастает вероятность вовлеченности в его оценку памяти и других, менее специфических когнитивных процессов[57]. Если это предположение верно и дело заключается именно в этом, то тогда оба подхода к объяснению восприятия времени имеют право на существование и их использование определяется продолжительностью временнóго интервала. С наибольшим успехом биологическое объяснение может быть использовано при очень непродолжительных временных интервалах, в то время как более продолжительные временные отрезки, воспринимаемые более опосредованно и с большим вниманием к внешним событиям и невременным факторам, «подпадают под действие» когнитивного подхода.

Однако следует учитывать и возможность того, что переменные, играющие решающую роль при определении продолжительных временных интервалов (количество стимулов, их сложность и требования к вниманию, предъявляемые выполняемой работой), могут иметь немалое значение и при оценке коротких отрезков времени. Более того, используя очень короткие промежутки времени, следует иметь в виду возможность возникновения взаимосвязей между чувствительными к фактору времени переменными, которые отличны от связей, возникающих при использовании средних или относительно продолжительных отрезков времени[58]. На восприятие продолжительных временны́х отрезков могут влиять и биологические факторы[59]. Следовательно, делая выводы о связи между когнитивными переменными и восприятием времени, необходимо учитывать и то, о каких именно временных интервалах идет речь.

Психологическое восприятие времени зависит как от сложных взаимодействий между условиями, при которых время воспринимается, так и от того, как именно оно, восприятие времени, оценивается[60]. Относительное влияние эндогенных или когнитивных процессов зависит не только от продолжительности промежутка времени, который предстоит оценить; существует множество пере-

---

[56] См.: *Matell M.S., Meek W.H.* Neuropsychological mechanisms of interval timing behavior // BioEssays. 2000. Vol. 22. P. 94—103.

[57] См.: *Ferguson R.P., Martin P.* Long-term temporal estimation in humans // Perception & Psychophysics. 1983. Vol. 33. P. 585—592; *Fortin C, Rousseau R., Bourque P., Kirouac E.* Time estimation and concurrent nontemporal processing: Specific interference from short-term memory demands // Perception & Psychophysics. 1993. Vol. 53. P. 536—548.

[58] См.: *Poynter W.D., Homa D.* Duration judgment and the experience of time // Perception & Psychophysics. 1983. Vol. 33. P. 548—560.

[59] См.: *Zakay D., Block R.A.* Temporal cognition // Psychological Science. 1997. Vol. 6. P. 12—16.

[60] См.: *Boltz M.G.* The relationship between internal and external determinants of time estimation behavior // Time and the dynamic control of behavior / V. DeKeyser, G. d'Ydewalle, Y.A. Vandierendonck (Eds.). Gottinge, Germany: Hogrefe & Huber Publishers, 1998. P. 109—127.

менных (о некоторых из них рассказано выше), способных повлиять как на биологические, так и на когнитивные процессы, а через них — и на восприятие времени. Среди этих переменных — способ измерения и оценки времени; действия, выполняемые в оцениваемый период; сенсорная модальность, вовлеченная в выполнение этих действий (известно, например, что временны́е промежутки, наполненные звуками, кажутся более продолжительными, чем аналогичные по фактической протяженности промежутки, наполненные визуальными стимулами[61]). Восприятие времени зависит также и от того, когда именно испытуемые поставлены в известность о том, что их попросят оценить данный промежуток времени — до или после того, как он уже прошел (такие оценки временны́х интервалов называются *перспективными* и *ретроспективными* соответственно[62]), от пола испытуемого, от особенностей его индивидуальности, уровня его стресса и возбуждения, а также от его возраста. Последнее обстоятельство — *общее старение организма* — сказывается на восприятии времени всеми людьми, и вопрос о том, в чем именно и как оно проявляется, заслуживает отдельного разговора.

Старение организма и восприятие времени

На восприятие времени могут влиять как биологические, так и когнитивные факторы. Интересно отметить, что *старение организма* способно отразиться как на биологических, так и на когнитивных аспектах восприятия продолжительных временных отрезков. Практически каждый человек на своем опыте ощущает, что с возрастом ему начинает казаться, будто такие ежегодные события, как определенные праздники и дни рождения, наступают все быстрее и быстрее. Всем пожилым людям знакомо это нередко ставящее в тупик и довольно мрачное ощущение мчащегося времени.

Почему с возрастом нам начинает казаться, что год (или любой другой большой промежуток времени) проходит быстрее? Одно из возможных объяснений заключается в том, что мы автоматически воспринимаем течение про-

[61] См.: *Wearden J.H., Edwards F.L., Fakhri M., Percival.* Why «sounds are judged longer than lights»: Application of a model of the internal clock in humans // The Quarterly Journal of Experimental Psychology. 1998. Vol. 51. P. 97—120; *Mattes S., Ulrich R.* Directed attention prolongs the perceived duration of a brief stimulus // Perception & Psychophysics. 1998. Vol. 60. P. 1305—1317.

[62] Более подробно об этом см.: *Boltz M.G.* Task predictability and remembered duration // Perception & Psychophysics. 1998. Vol. 60. P. 768—784; *Boltz M.G.* The processing of temporal and nontemporal information in the remembering of event duration and musical structure // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 1998. Vol. 24. P. 1087—1104; *Boltz M.G.* The relationship between internal and external determinants of time estimation behavior // Time and the dynamic control of behavior / V. DeKeyser, G. d'Ydewalle, Y.A. Vandierendonck (Eds.). Gottinge, Germany: Hogrefe & Huber Publishers, 1998. P. 109—127; *Zakay D., Block R.A.* Temporal cognition // Psychological Science. 1997. Vol. 6. P. 12—16.

должительных временных отрезков, таких, например, как промежутки между днями рождения, или праздниками, относительно всей прожитой нами жизни. Иными словами при восприятии определенного промежутка времени собственный возраст человека служит для него некой *шкалой сравнения*[63]. Поэтому и продолжительность промежутка времени между ежегодными событиями (например, днями рождения) воспринимается человеком относительно его собственного возраста. Например, для четырехлетнего ребенка год — это 25% его жизни; это весьма существенный срок, и он воспринимается как сравнительно продолжительный период. Напротив, шестидесятилетнему человеку год кажется незначительной частью уже прожитой им жизни ($^1/_{60}$, или менее 2%). Именно поэтому время и кажется пожилому человеку более быстротекущим, чем ребенку. Хотя появляющееся с возрастом ощущение, будто время ускоряет свой бег, и распространяется в первую очередь на восприятие достаточно больших временных интервалов (например, на восприятие целого месяца, времени года — прежде всего лета — или промежутка между двумя днями рождения), известно, что обусловленная возрастом недооценка времени (т.е. ощущение, что время идет быстрее) проявляется и по отношению к относительно коротким периодам (например, к периодам, равным от 30 до 120 с)[64].

Многие неврологические и физиологические изменения, происходящие в стареющем организме, способны оказать прямое или косвенное влияние на восприятие времени. Не исключено, что с возрастом постепенно замедляется некий биологический механизм, задающий темп всему организму[65]. Известна точка зрения, согласно которой причиной возрастных изменений в восприятии времени является постепенное уменьшение содержания в организме допамина — химического вещества, играющего роль нейротрансмиттера[66]. Хотя с возрастом содержание допамина снижается планомерно, последствия этого снижения становятся наиболее заметными к пятидесяти годам, а именно в этом возрасте большинство людей начинают осознавать, что недооценивают течение времени, т.е. что им кажется, будто время идет быстрее, чем раньше, когда они были молодыми (см. также[67]).

---

[63] См.: *Joubert C.E.* Subjective acceleration of time: Death, anxiety and sex differences // Perceptual and Motor Skills. 1983. Vol. 57. P. 49—50; *Lemlich R.* Subjective acceleration of time with aging // Perceptual and Motor Skills. 1975. Vol. 41. P. 235—238; *Walker J.L.* Time estimation and total subjective time // Perceptual and Motor Skills. 1977. Vol. 44. P. 527—532.

[64] См.: *Craik F.I.M., Hay J.F.* Aging and judgments of duration: Effects of task complexity and method of estimation // Perception & Psychophysics. 1999. Vol. 61. P. 549—560.

[65] См.: *Schroots, J.F., Birren J.E.* Concepts of time and aging in science // Handbook of the psychology of aging / I.E. Birren, K.W. Schaie (Eds.). San Diego: Academic Press, 1990.

[66] См.: *Mangan P.A., Bolinskey P.K., Rutherford A.L.* Under-estimation of time during aging: The result of age-related dopaminergic changes? // Society for Neuroscience. 1997. Vol. 23. P. 2003 (Abstract).

[67] См.: *Lalonde R., Hannequin D.* The neurobiological basis of time estimation and temporal order // Reviews in the Neurosciences. 1999. Vol. 10. P. 151—173.

Не так уж важно, что именно, в конце концов, будет признано основной причиной возрастной недооценки времени, ясно, что и осознание нами течения времени, и несовершенство наших суждений о нем приходят к нам в сравнительно молодом возрасте. Именно эта мысль весьма образно выражена Шерманом в его эссе, посвященном восприятию времени в классной комнате, отрывок из которого приводится ниже.

С помощью часов, висевших в классной комнате, ученики рано и прочно усвоили один урок: восприятие времени человеком относительно. Они невозмутимо <...> и скупо отмеряли реальную продолжительность секунд, минут и часов, одновременно каким-то непостижимым образом намекая на присущую им внутреннюю растяжимость. Иногда казалось, что стрелки застыли в неподвижности, а иногда — что они мчатся. Но и в том, и в другом случае нетерпеливо смотревший на них человек учился не ожидать простого совпадения реального и ощущаемого времени[68].

Восприятие времени и величина окружающего пространства

А.Дж. Делонг высказал предположение о существовании связи между пространством и временем — *эмпирической относительности пространства и времени*, согласно которому пространство и время связаны между собой и являются психологическими проявлениями одного и того же феномена[69]. В соответствии с идеей Делонга восприятие времени человеком зависит от размера объектов, с которыми он взаимодействует. Экспериментальная проверка этого предположения была выполнена следующим образом: группы испытуемых работали с визуальными дисплеями разных размеров и затем оценивали затраченное на это время[70]. В качестве визуальных дисплеев использовались телевизионные экраны с диагоналями 0,13, 0,28 и 0,58 *м*. Испытуемые играли в видеоигру, продолжительность которой составляла 55 *с*, причем разные группы играли за разными телевизорами. Сама по себе игра была одинаковой для всех испытуемых, но *размер* изображений был разный в зависимости от величины телевизионного экрана.

Оказалось, что вербальные оценки продолжительности игры испытуемыми определяются размером экрана. Данные, характеризующие зависимость суждений испытуемых от величины экрана, представлены на рис. 3. Обрати-

[68] См.: *Sherman S.* Time in teaching, teaching in time // Academe. 1996. September/October. P. 35.

[69] См.: *DeLong A.J.* Phenomenological space-time: Toward an experimental relativity // Science. 1981. Vol. 213. P. 681—683.

[70] См.: *Bobko D.J., Bobko P., Davis M.A.* Effect of visual display scale on duration estimates // Human Factors. 1986. Vol. 25. P. 153—158.

те внимание на то, что на ординате отложены отношения вербальных оценок продолжительности игры, сделанных испытуемыми, к ее реальной продолжительности, равной 55 *с*. В соответствии с этим отношения, равные 1,00, отражают правильную оценку испытуемыми продолжительности игры, а отношения, превышающие 1,00, — завышение (переоценку) ими ее продолжительности (т.е. «медленное течение времени»). Все участники эксперимента завысили продолжительность игры, но чем ***меньше*** экран, тем это завышение было ***больше***. Так, самой продолжительной (отношение равно 2,3) игра показалась тем участникам эксперимента, которые воспринимали ***самые маленькие*** изображения (диаметр экрана равен 0,13 *м*). Иными словами, человеку кажется, что прошло больше времени, чем на самом деле, если воспринимаемая им внешняя среда *сжата*. Чем меньше размер визуальной среды, тем более медленно текущим кажется время.

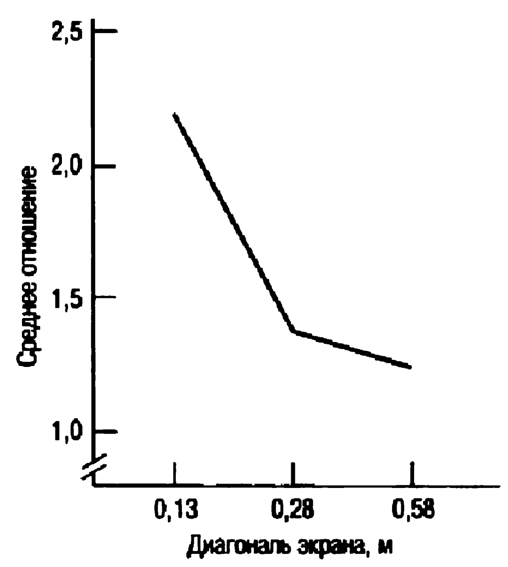


Рис. 3. На ординате отложены средние значения отношений вербальных оценок продолжительности игры к ее реальной продолжительности, равной 55 с.

В соответствии с таким преобразованием отношения, равные 1,00, отражают безошибочную оценку продолжительности игры испытуемыми, а отношения, которые больше 1,00, — переоценку ими ее продолжительности (т.е. «медленное течение времени»)[71]

Аналогичные результаты получены и при изучении влияния размеров различных моделей окружающих нас предметов (железной дороги, гостиных комнат, а также абстрактных интерьеров, не отражающих какие-либо реально существующие интерьеры) на восприятие времени[72]. Чем меньше размер

[71] См.: *Bobko D.J., Bobko P., Davis M.A.* Effect of visual display scale on duration estimates // Human Factors. 1986. Vol. 25. P. 153—158.

[72] См.: *Mitchell C.T., Davis R.* The perception of time in scale model environments // Perception. 1987. Vol. 16. P. 5—16.

окружающей среды, тем более сжатым оказывается «субъективное» время по сравнению с реальным временем. В общем, размер окружающего пространства влияет на восприятие продолжительности временных отрезков. Хотя мы не располагаем убедительным объяснением причины возникновения подобной связи, возможно, правы Митчелл и Дэвис, полагающие, что сжатие субъективного времени является следствием различий в *плотности* подлежащей обработке информации, а плотность определяется величиной пространства. Ясно, что восприятие времени и пространства изменяется согласованно. Проявлениями этой взаимосвязи являются *тау-* и *каппа-эффекты,* которые будут описаны ниже.

Время и расстояние: тау- и каппа-эффекты

Тау-эффект

Существует тесная связь между выполнением некоторых действий и восприятием времени, и они влияют друг на друга. Например, при некоторых условиях манипуляции со временем способны повлиять на восприятие расстояния, а изменение расстояния — сказаться на восприятии времени. Влияние времени на восприятие расстояния называется *тау-эффектом.* Пример тау-эффекта представлен на рис. 4. Три равноудаленные друг от друга точки предплечья испытуемого *(А, В* и *С)* стимулируются последовательно, т.е. так, что образуется тактильный равносторонний треугольник. Однако если между стимуляцией первой

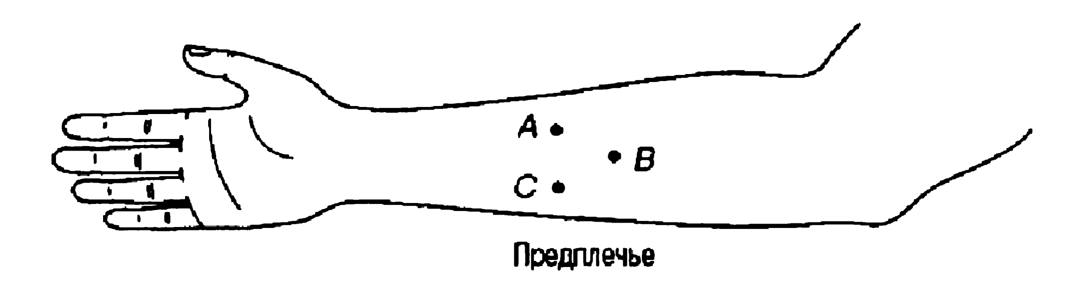


Рис. 4. Тау-эффект. Описание приводится в тексте[73]

точки *(А)* и второй точки *(В)* проходит больше времени, чем между стимуляцией точки *(А)* и третьей точки *(С),* испытуемый сочтет, что *расстояние* между первой и второй точками больше, чем между первой и третьей. Следовательно, чем больше промежуток времени между двумя последовательными стимуляциями, тем большим кажется расстояние между стимулируемыми точками. Итак, если испытуемый оценивает два одинаковых расстояния, то расстояние, которому со-

[73] См.: *Helson H., King S.M.* The tow-effect. An example of psychological relativity // Journal of Experimental Psychology. 1931. Vol. 14. P. 202—218.

ответствует более продолжительный период *времени,* покажется ему более протяженным. Аналогичный тау-эффект наблюдается и при визуальной[74], и при аудиальной[75] стимуляции.

Каппа-эффект

Противоположный эффект, выражающийся в том, что восприятие времени зависит от расстояния, называется каппа-эффектом[76]. Рассмотрим два одинаковых временных интервала, ограниченных последовательным предъявлением двух стимулов — включением двух из трех расположенных в ряд электрических лампочек (рис. 5). Если расстояние между первым и вторым стимулами больше, чем расстояние между вторым и третьим стимулами, первый временнóй интервал будет восприниматься как более продолжительный. Существование каппа-эффекта подтверждено и результатами стимуляции аудиальной[77] системы и осязания[78].

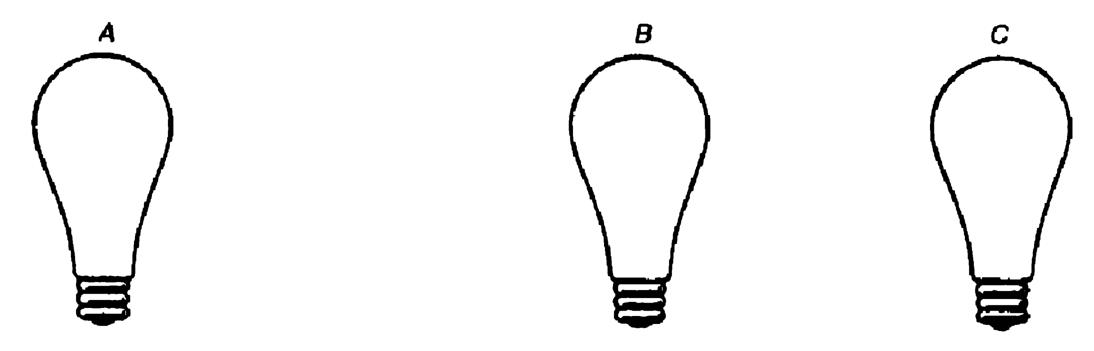


Рис. 5. Каппа-эффект. Описание приводится в тексте

[74] См.: *Abbe M.* The temporal effect upon the perception of space // Japanese Journal of Experimental Psychology. 1937. Vol. 4. P. 83—93.

[75] См.: *Christensen J.P., Huang Y.L.* The auditory tau effect and memory for pitch // Perception & Psychophysics. 1979. Vol. 26. P. 489—494.

[76] См.: *Cohen J., Hansel C.E.M., Sylvester J.D.* A new phenomenon in time judgment // Nature. 1953. Vol. 172. P. 901—903; *Cohen J., Hansel C.E.M., Sylvester J.D.* Interdependence in judgments of space, time and movement // Acta Psychologica. 1955. Vol. 11. P. 360—372; *Huang Y.L, Jones B.* On the interdependence of temporal and spatial judgments // Perception & Psychophysics. 1982. Vol. 32. P. 7—14; *Jones B., Huang Y.L.* Space-time dependencies in psychophysical judgment of extent and duration: Algebraic models of the tau and kappa effects // Psychological Bulletin. 1982. Vol. 91. P. 128—142.

[77] См.: *Cohen J., Hansel C.E.M., Sylvester J.D.* Interdependence of temporal and auditory judgments // Nature. 1954. Vol. 174. P. 642.

[78] См.: *Suto Y.* The effect of space on time estimation (S effect) in tactual space. II: The role of vision in the S effect upon the skin // Japanese Journal of' Psychology. 1955. Vol. 26. P. 94—99.

Д. Креч,
Р. Крачфилд,
Н. Ливсон

[Восприятие времени и суждение о времени][1*]

Восприятие времени

Механизм, опосредующий восприятие времени, до сих пор является одной из нерешенных психофизиологических проблем. Многие исследователи утверждают, что оценки времени могут отражать работу двух различных механизмов. Оценка короткого интервала (до 10 *с*) называется собственно «восприятием времени» и может рассматриваться, подобно слуховому восприятию громкости звука, как ответ на некоторый (хотя еще и неизвестный) стимул. Термин «суждение о времени» применяется к оценке более длительных интервалов (более 10 *с*), где оказывается необходимым *запоминание* длины интервала, а физическое время может быть только одним из многих взаимодействующих факторов, определяющих оцениваемую величину.

Точность оценки короткого интервала зависит от множества факторов. Например, существует систематическая тенденция переоценивать отрезки времени менее одной секунды и недооценивать интервалы более одной секунды. Субъективная длительность промежутка времени частично зависит от того, чем он заполнен. Если отмечать начало и конец отрезка времени двумя щелчками, а между ними ничего не делать (незаполненный интервал), то он будет восприниматься как более короткий по сравнению с равным ему отрезком, заполненным серией щелчков (заполненный интервал). Любопытно также, что более корот-

---

[*] Хрестоматия по ощущению и восприятию / Ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, М.Б. Михалевская. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. С. 382—385.

[1] См.: *Langer J., Wapner S., Werner H.* The effect of danger upon the experience time // Amer. J. Psychology. 1961. Vol. 74. P. 94—97.

ким по времени кажется осмысленное предложение, чем набор бессмысленных слогов, имеющий ту же физическую длительность. Можно предположить, что последний состоит из значительно большего числа дискретных частей по сравнению с осмысленным предложением и воспринимается как более длительный потому, что в большей степени заполнен.

По-видимому, заполненное время переоценивается потому, что требует большего внимания. Вообще с точки зрения испытуемого в заполненном интервале происходит больше событий, и это, как ему кажется, требует от него бóльших усилий. В результате бывают случаи, когда систематически переоцениваются внешне незаполненные, не требующие усилий или связанные с переживанием интервалы. Например, оценка интервалов, даваемая незрячими испытуемыми, в то время как их подвозили к краю обрыва, были завышены по сравнению с теми же оценками на обратном, безопасном пути .

Ориентировка во времени

Когда мы имеем дело с более длительными промежутками времени — минутами, часами и даже днями, речь уже начинает идти не о чистом восприятия, а скорее о суждении. Мы судим о длительности времени, относя его к каким-нибудь событиям. Например, сколько минут тому назад был телефонный звонок или через сколько времени будет обед. Точность суждения о временны́х интервалах зависит от двух основных типов факторов: событий во внешнем мире и в самом субъекте.

Внешние события могут относиться непосредственно ко времени: мы можем смотреть на часы или на уровень солнца над горизонтом.

Иногда они выступают в качестве привычных признаков времени. Замечательная способность некоторых людей просыпаться точно в одно и то же время, как выяснилось, может основываться на совершенно неизвестных данным лицам признаках, например, на звуках уличного движения или шагов соседа.

И все же известно, что даже при полном отсутствии таких внешних признаков ориентация во времени может быть довольно точной. В одном эксперименте человек провел четыре дня в совершенной изоляции в звуконепроницаемой комнате, занимаясь чем хотел. Через нерегулярные отрезки времени ему звонил экспериментатор и спрашивал, который час. В течение первого дня «субъективные часы» испытуемого убежали вперед на четыре часа. Затем они стали возвращаться назад и к концу четвертого дня ошибались лишь на сорок минут. Как была возможна такая точность при полном отсутствии привычных внешних признаков? По-видимому, испытуемый ориентировался на определенные внутренние признаки, такие, как сонливость, голод и т.п.

Имеются большие индивидуальные различия в способности оценивать время. Эксперименты показали, что одно и то же время может пройти для де-

сятилетнего ребенка в пять раз быстрее, чем для шестидесятилетнего взрослого человека. У одного и того же испытуемого восприятие времени чрезвычайно варьирует в зависимости от душевного и физического состояния. В состоянии подавленности или фрустрации время течет медленно.

Временна́я перспектива

Наша способность судить о длительности времени позволяет образовать временно́е измерение — ось времени, на которой могут быть довольно точно размещены события. Текущий момент отмечает особую точку на этой оси, события прошлого размещаются до и события ожидаемого будущего — после этой точки.

Это общее восприятие отношений прошлого, настоящего и будущего носит название «временно́й перспективы».

Временна́я перспектива относительно мало изучена. Но некоторые факты заставляют с уверенностью сказать, что она чрезвычайно варьирует у разных испытуемых разных возрастов в разных ситуациях. Для солдата на фронте во время вражеской атаки временна́я перспектива чрезвычайно сужена. Прошлое для него отсутствует, а будущее представлено лишь несколькими часами предстоящей битвы. На следующий день, когда он лежит раненый в госпитале, его временна́я перспектива значительно шире. Он может думать о годах детства и о предстоящих годах.

Временна́я перспектива разнообразными способами вплетается в наше поведение и определяет некоторые его аспекты.

4 *Константность восприятия. Определение, виды, процедура измерения, коэффициент константности. Ядерно-контекстная теория. Связь константности восприятия величины с признаками удаленности. Теория перцептивных уравнений. Инвариантные отношения в восприятии*

И. Рок

[Константность восприятия]*

Константность формы

Лишь в одном случае, когда объект располагается в плоскости, перпендикулярной направлению взгляда, изображение на сетчатке глаза имеет ту же форму, что и сам объект[1]. Например, прямоугольник на такой плоскости будет создавать изображение прямоугольника (см. рис. 1). В большинстве случаев объект располагается в плоскости, находящейся под углом к направлению взгляда. В резуль-

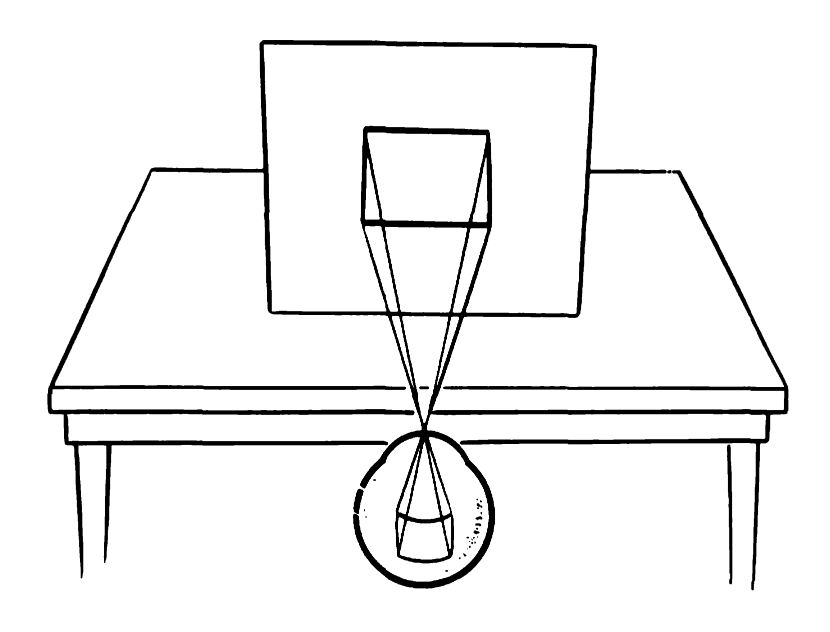


Рис. 1

---

* *Рок И.* Введение в зрительное восприятие. М.: Педагогика, 1980. Т. 1. С. 89—92, 243—250; Т. 2. С. 213—217.

[1] Мы ограничиваемся рассмотрением двухмерных объектов, таких, как фигуры, вырезанные из картона.

тате форма изображения уже не будет такой же, что и форма объекта. Например, изображением четырехугольника в этом случае будет трапеция (см. рис. 2). Это легко понять, рассмотрев вертикальные стороны прямоугольника. Их размеры равны, но одна сторона ближе, а другая дальше от наблюдателя. Следовательно, ближняя сторона будет отображаться как более длинная в сравнении с дальней стороной, и в результате возникает изображение трапеции.

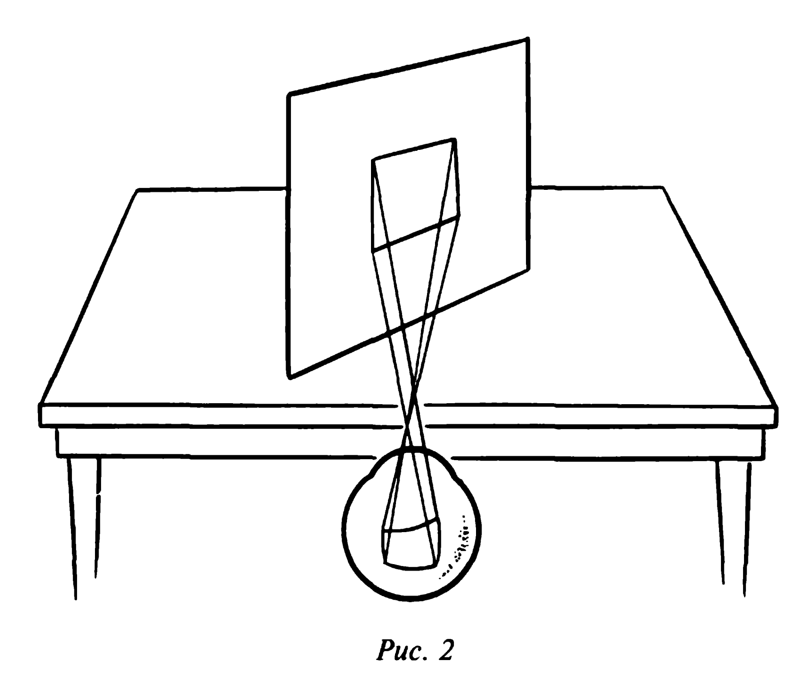


Рис. 2

Но, по-видимому, в повседневной жизни, а лабораторные опыты подтверждают это, мы воспринимаем форму верно. И термин *константность формы* означает именно этот феномен. И вообще, всегда, когда восприятие скорее находится в соответствии с внешним объектом, чем с проксимальным стимулом (ретинальным изображением в случае зрения), или, скажем иначе, всегда, когда восприятие остается в той или иной степени тем же самым, несмотря на изменения проксимального стимула, то обычно говорят о перцептивной константности. Можно вполне предположить, что константность формы основывается на учете наклона объекта. Если на сетчатку попадает изображение эллипса и перцептивная система получает информацию, что объект, производящий изображение, наклонен относительно наблюдателя, то вполне возможно, что восприниматься будет круг, а не эллипс. <...> Константность формы является феноменом восприятия, а не суждения, хотя временами и суждение может сыграть свою роль; константность формы обнаружена у различных видов животных и у 6—8-недельных младенцев[2]; во время экспериментов часто наблюдается неполная константность, особенно в тех случаях, когда объект

[2] См.: *Бауэр Т.* Зрительный мир грудного младенца // Восприятие. Механизмы и модели. М.: Мир, 1974. С. 351—360.

рассматривается под очень сильным наклоном, т.е. испытуемый сопоставляет со стандартным наклонным предметом объект, являющийся чем-то средним между истинной формой стандартного предмета и искаженной формой ретинального изображения.

Константность формы можно получить, исходя из константности размера. Вместо того чтобы говорить о наклоне объекта, можно рассматривать различную удаленность его сторон. Обратимся к изображению прямоугольника на рис. 2. Если учитывать расстояние до удаленной стороны, то ее размер будет восприниматься верно, то же самое можно сказать и о ближней стороне. В результате обе стороны будут восприниматься равными по величине. Если же они равны, то объект должен быть прямоугольным. Однако для полного объяснения этого еще недостаточно, ведь прямоугольник воспринимался как бы укороченным, если бы размер горизонтальной оси прямоугольника также не воспринимался правильно. Он может восприниматься правильно, если учитывается наклон фигуры[3]. <...>

Восприятие скорости

Что определяет, насколько быстрым кажется воспринимаемое движение объекта? Вполне допустимо предположение, что это скорость, с которой изображение перемещается по сетчатке[4]. Но поскольку мы знаем теперь, что воспринимаемое движение само по себе не зависит от смещения ретинального изображения, то, действительно, было бы странно, если бы воспринимаемый темп движения зависел от темпа смещения изображения.

Если феноменальная скорость зависела бы от скорости смещения изображения, то тогда чем дальше от нас находился бы объект, тем медленнее казалось бы его движение. Это следует из простых оптических расчетов <...>. На рис. 3 показано, что если объект за 1 *с* перемещается из *A* в *B* и *A*, *B* расположены близко, то изображение этого объекта за 1 *с* переместится из *a* в *b*; если же *A* и *B* достаточно удалены, то изображение объекта перемещается на гораздо меньшее ретинальное расстояние, из a^1 в b^1. Поэтому чем ближе траектория движения,

[3] См.: *Wallach H., Moore M.E.* The role of slant in the perception of shape // American Journal of Psychology. 1962. Vol. 75. P. 289—293.

[4] К настоящему времени получено доказательство, что чем быстрее движется изображение по сетчатке, тем выше для некоторых нейронов частота импульсации (см.: *Barlow H.B., Hill R.M., Levick W.R.* Retinal ganglion cells responding selectively to direction and speed of image motion in the rabbit // Journal of Physiology. 1964. Vol. 173. P. 377—407; *Maturana H.R., Lettvin J.Y., McCulloch W.S., Pitts W.B.* Anatomy and physiology of vision in the frog, Rana Pipiens // Journal of General Physiology. 1960. Vol. 43. P. 129—175; *Finkelstein D., Grusser O.J.* Frog retina: detection of movement // Science. 1965. Vol. 150. P. 1050—1051). Таким образом, у некоторых видов животных и, возможно, у человека также есть своеобразные «детекторы скорости». Тем не менее, как будет ясно из дальнейшего изложения, у человека скорость смещения изображения не может объяснить восприятие скорости.

тем выше при прочих равных условиях будет скорость смещения ретинального изображения. Эта скорость каким-то образом влияет на определение воспринимаемой скорости, ведь движущийся автомобиль, видимый на расстоянии нескольких километров, кажется движущимся гораздо медленнее, чем это есть фактически. Но когда речь идет о более близких объектах, воспринимаемая скорость, несмотря на разницу в видимом расстоянии, сколь-нибудь существенно не меняется. Другими словами, существует *константность воспринимаемой скорости*.

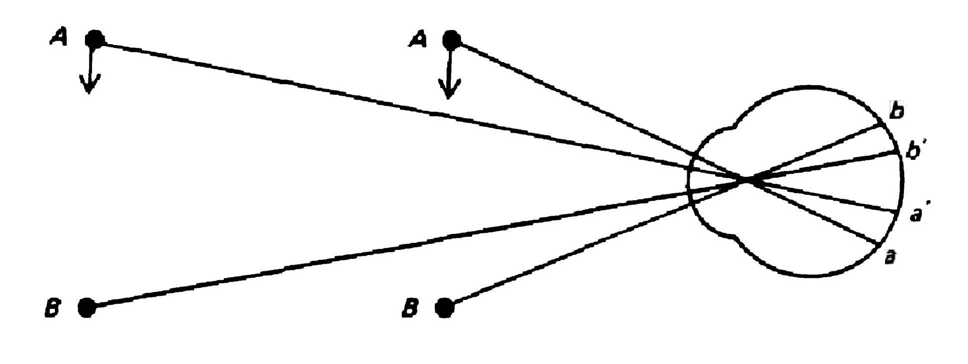


Рис. 3

Альтернативное объяснение таково: воспринимаемая скорость зависит от *феноменального* расстояния, проходимого в единицу времени. Если два объекта кажутся проходящими за одно и то же время одно и то же расстояние, то они будут казаться движущимися с одной скоростью. Следовательно, если объект находится не слишком далеко, так что величина его траектории воспринимается верно (константность величины), то его видимая скорость будет восприниматься также верно (константность скорости).

Довольно странно, что доказательство этого простого вывода было получено совсем недавно. Многие годы было популярно иное объяснение восприятия скорости, из которого следовало, что восприятие скорости определяется скоростью изменения положения объекта по отношению к своему непосредственному окружению. Чтобы проверить этот вывод, необходимо устранить из поля зрения все объекты, кроме движущегося, так чтобы происходило только субъектно-относительное смещение. Это достигалось предъявлением наблюдателю в совершенно темном помещении светящихся кругов, двигающихся вниз по непрерывной ленте (рис. 4). Один из кругов, выступавший в качестве стандартного, находился рядом с наблюдателем, а второй, скорость движения которого он мог изменять, был расположен в четыре раза дальше[5].

Когда наблюдатель устанавливал скорость удаленного круга так, что она казалась равной скорости стандартного круга, то установленная им скорость

[5] См.: *Rock I., Hill A.L., Fineman M.* Speed constancy as a function of size constancy // Perception & Psychophysics. 1968. Vol. 4. P. 37—40.

при условии, что наблюдение производилось двумя глазами, лишь очень незначительно превышала фактическую скорость стандартного круга. Однако когда наблюдатель решал ту же задачу, рассматривая круги одним глазом через искусственный зрачок, то он устанавливал скорость, в четыре раза превышавшую скорость стандартного круга.

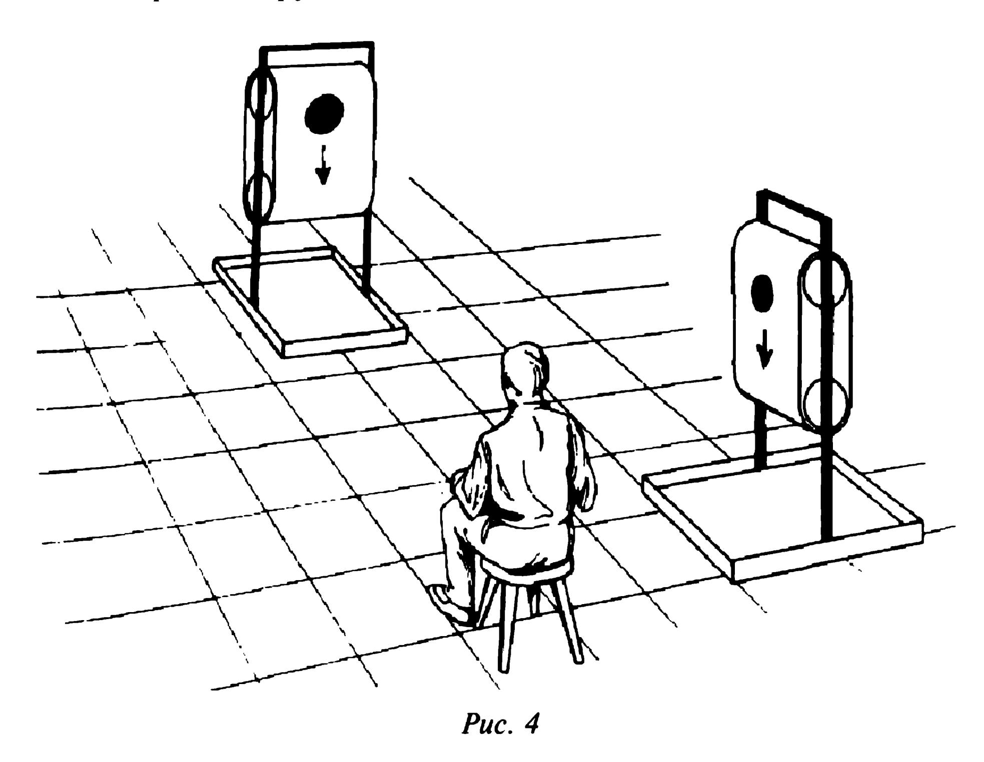


Рис. 4

Искусственный зрачок имеет свойство устранять информацию о расстоянии. Поэтому наблюдатель может приравнивать скорости только на основе скорости смещения ретинального изображения[6]. Следовательно, удаленный круг, чтобы его изображение могло бы перемещаться с той же скоростью, что и изображение круга, расположенного рядом, должен двигаться гораздо быстрее. Если, однако, могла бы ощущаться разница в удаленности кругов (благодаря бинокулярным признакам), то скорость зависела бы от феноменального расстояния, проходимого в единицу времени. Расстояние, проходимое удаленным кругом, воспринималось почти, но не совсем верно, что выявлялось специальным заданием, в котором наблюдателя просили сопоставить размеры светящихся треугольников, предъявлявшихся в темноте в близком и удаленном положениях. Дальний треугольник казался несколько меньше, поэтому сначала должен был быть слегка увеличен и только тогда казался наблюдателю абсолютно равным. Отклонение от полной константности, без сомнения, связано с устранением различных признаков удаленности, являющимся результатом предъявления кругов в темноте.

---

[6] Это говорит о том, что в редуцированных условиях скорость *может* оцениваться точно так же, как и размер <...>.

Однако константность скорости можно объяснить и совершенно иным образом, независимо от учета удаленности движущегося объекта. Фактически многие годы объяснение, основанное на константности размера, отвергалось, поскольку в некоторых экспериментах было обнаружено, что отклонение от константности скорости с увеличением расстояния было больше, чем отклонение от константности размера. Если воспринимаемая скорость зависит от феноменального расстояния, проходимого в единицу времени, и с удалением *феноменальное расстояние* почти не меняется, то с увеличением удаленности не должно происходить и какого-либо отклонения от воспринимаемой скорости. К тому же в проведенных экспериментах, хотя воспринимаемая скорость по мере роста расстояния до двигающегося объекта явным образом не уменьшалась, но она и не оставалась полностью константной.

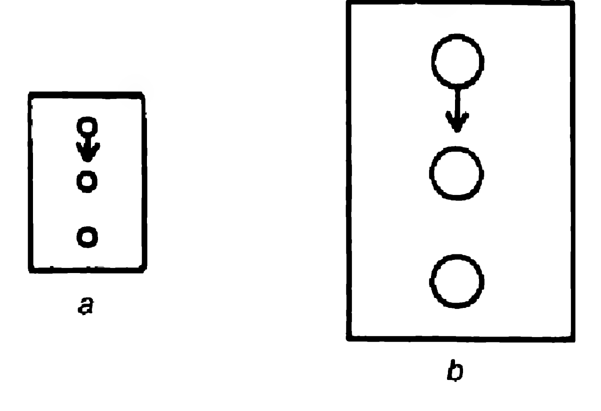


Рис. 5

Сделанное затем открытие, в конце концов, привело к иному объяснению константности скорости. Было обнаружено, что воспринимаемая скорость объекта сильно зависит от размеров системы отсчета, в которой он движется. Фактически было показано, что воспринимаемая скорость обратно пропорциональна размеру ближайшего обрамления. Так, например, предположим, что на рис. 5 круг в прямоугольнике *А* заданное время передвигается сверху вниз, тогда если круг объективно движется с той же самой скоростью, но уже в прямоугольнике *Б*, который в 2 раза больше прямоугольника *А*, то он будет казаться по сравнению с кругом в прямоугольнике *А* перемещающимся в 2 раза медленнее. Чтобы казаться двигающимся с той же самой скоростью, объективно он должен двигаться в 2 раза быстрее. Этот факт, открытый Дж.Ф. Брауном, известен как *эффект транспозиции скорости*. В общем случае этот принцип звучит следующим образом: если система отсчета движущегося объекта меняет свои линейные размеры, то для того чтобы не изменилась феноменальная скорость, необходимо на ту же величину изменить скорость объекта. Эксперименты Брауна показали, что этот принцип только приблизительно точен. (Следует указать, что наблюдатель находился в темном помещении на

равном расстоянии от обоих прямоугольников.) При изменении размера от 2 к 1 изменение скорости, приводившее к феноменальному равенству, было от 1,9 к 1; при изменении размера от 3 к 1 изменение скорости было от 2,6 к 1, и, наконец, при изменении размера от 10 к 1 изменение скорости было от 6,8 к 1. Хотя транспозиция скорости не абсолютна, она все же весьма значительна. Так, например, в случае изменения размера от 10 к 1 наблюдатель воспринимает два круга равноудаленными и двигающимися с равной скоростью, когда один из них движется приблизительно в 7 раз быстрее другого[7]. <...>

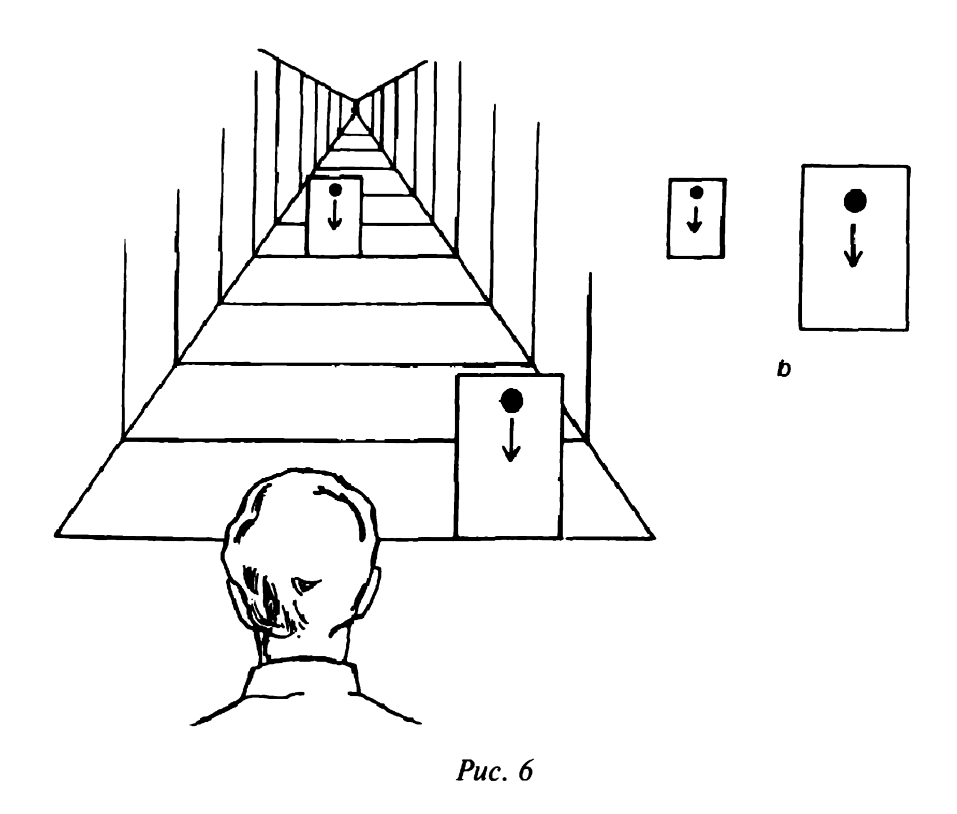


Рис. 6

Лишь через несколько лет после публикации Брауном своих результатов была осознана их связь с константностью скорости[8]. Представим ситуацию,

[7] В методике Брауна есть возможный источник ошибок, а именно на рис. 5 в одно и то же время в любом прямоугольнике видно несколько кругов. Следовательно, может возникнуть впечатление определенного числа кругов, которые за единицу времени проявляются (или исчезают). Естественно, этот тип «подсчета», если он происходил бы, также мог привести к эффекту транспозиции, ведь размеры и расстояние между кругами также меняются. Таким образом, равное число кругов могло бы двигаться в прямоугольниках в одно и то же время, только если объективно скорость в поле зрения больших кругов была больше (см.: *Smith O.W., Sherlock C.* A new explanation of the velocity transposition phenomenon // American Journal of Psychology. 1957. Vol. 70. P. 102—105). Прием, позволяющий избежать возможных осложнений, делает видимым только один круг и ограничивает время экспозиции одного прохождения круга. Другой прием, применявшийся Брауном, заключается в том, что пространство между кругами не должно быть упорядоченным.

[8] См.: *Wallach H.* On constancy of visual speed // Psychological Review. 1939. Vol. 46. P. 541—552.

в которой рассматриваются два равных прямоугольника, один из которых находится по сравнению с другим в 2 раза дальше от наблюдателя (см. рис. 6 *А*). Ретинальные изображения двух прямоугольников показаны на рис. 6 *Б*, ведь размеры ретинальных изображений объектов обратно пропорциональны их расстоянию до наблюдателя. Поэтому если мы рассмотрим проксимальный стимул, то ситуация константности, приведенная на рис. 6, создает те же самые ретинальные изображения, что и брауновская транспозиция, при которой сравниваются две разные по размерам, но находящиеся на равном расстоянии системы отсчета. Из этого должно следовать, что когда изображение удаленного круга на рис. 6 *А* движется по отношению к своей системе вниз и проходит этот путь приблизительно за то же время, что и ближний круг, то их скорости будут казаться одинаковыми. Поскольку это происходит, когда оба круга объективно движутся с одной и той же скоростью, то это означает, как и следовало ожидать в соответствии с эффектом транспозиции скорости, константность скорости.

Однако этот вывод правомерен, если и только если фон, служащий системой отсчета для сравниваемых объектов, одинаков. Но это как раз то, что часто встречается в реальной жизни, об этом свидетельствует рис. 7 *А* и *Б*. Здесь изображен двигающийся на фоне деревьев автомобиль, который рассматривается вблизи — *А* и издалека — *Б*. Темп смещения автомобиля относительно деревьев будет одинаковым, если автомобиль в обоих случаях движется с той же самой скоростью. С другой стороны, часто возникают и иного рода ситуации. Если, например, автомобиль рассматривается на расстоянии, а расстояния между деревьями и их размеры различны, как на рис. 7 *В*, то автомобиль, чтобы казаться двигающимся с той же скоростью, что и в *А*, должен будет двигаться быстрее. Это означало бы отклонение от константности. Возникает новый вопрос: что можно сказать о ситуации, в которой нет никакой ясности относительно системы отсчета, например, когда автомобиль движется по ровной местности, такой, как пустыня? Можно доказывать, что текстура поверхности земли в непосредственной близости с двигающимся объектом служит системой отсчета, но еще спорно, будет ли это убедительным аргументом. На дороге видна лишь незначительная часть ее текстуры, и более вероятно, что принцип транспозиции, как его ни приспосабливай, в этих условиях уже не объясняет преобладания константности. Однако мы имели возможность убедиться, что константность скорости также объяснима наличием механизма, учитывающего расстояние. Таким образом, есть два независимых фактора, определяющих феноменальную скорость объектов и влияющих на наше восприятие скорости: характер окружения и адекватность информации о расстоянии[9]. <...>

---

[9] Однако принцип транспозиции затрагивает только впечатление относительной скорости движущихся объектов и ничего не говорит об абсолютной (или специфической) скорости, которую можно было бы выразить в *см/с* или *м/ч*. Для оценок абсолютной скорости учет удаленности, по-видимому, является обязательным. Подобное различение было проведено в связи с восприятием размера <...>.

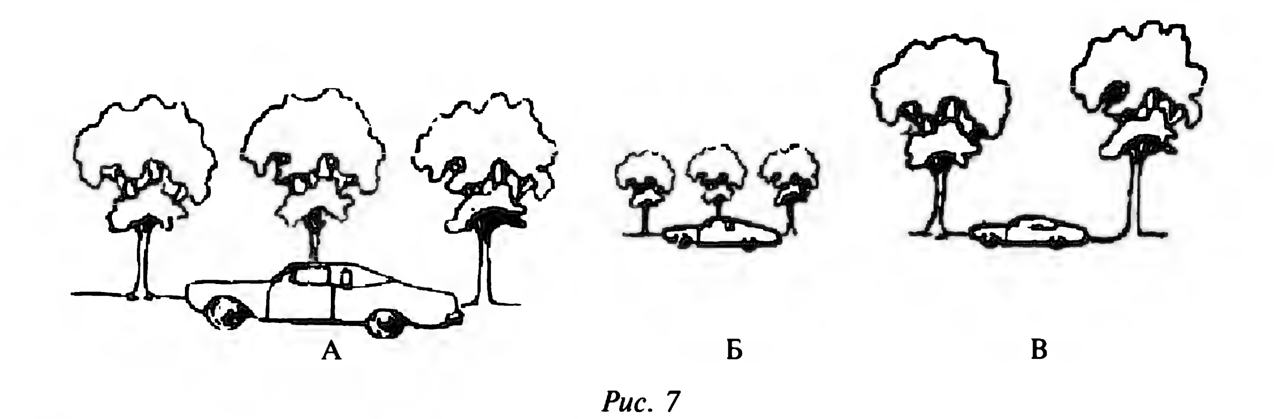


Рис. 7

Лабораторные эксперименты по константности нейтрального цвета

Стандартный лабораторный эксперимент по константности нейтрального цвета разработан несколько десятилетий назад Кацем и изображен на рис. 8[10]. Два образца серого цвета закрепляются на белом фоне. Белый фон разделяется перегородкой так, чтобы свет от лампы, помещенной с одного боку от перегородки, освещал фон по обе стороны от перегородки неоднородно. Одна сторона фона оказывается в тени перегородки. Образец на одной стороне фона (правая сторона на рис. 8) принимается за стандартный. Наблюдатель должен на другой стороне фона, ближней к лампе, подобрать образец серого цвета, воспринимаемый таким же, как и стандартный. (Для этого эксперимента необходимы стандартные образцы всех оттенков серого. Для каждого образца определяется коэффициент отражения.)

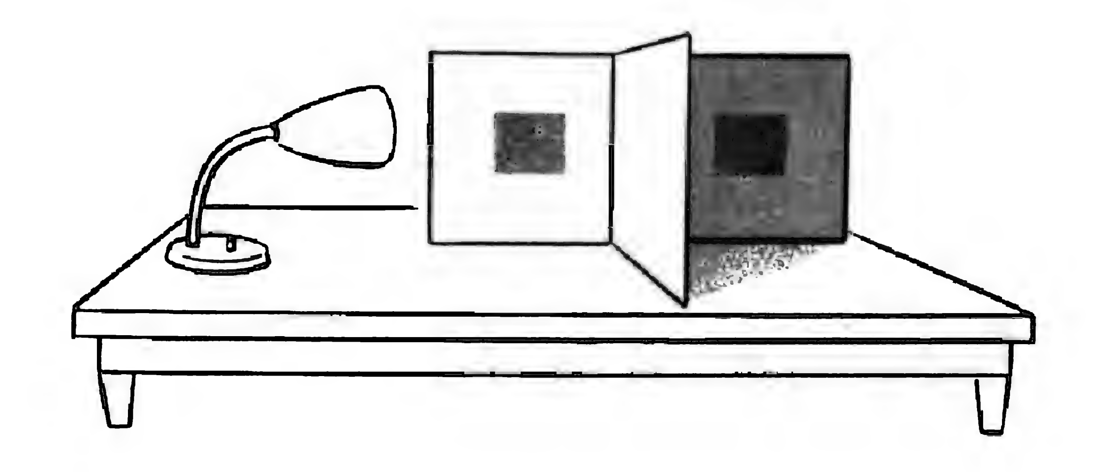


Рис. 8

[10] См.: *Katz D.* The World of Colour. Kegan Paul, Trench, Trubner & Co., 1935.

Другой способ проведения эксперимента основан на использовании цветового круга. Белый и черный картонные диски вдеваются друг в друга так, как показано на рис. 9. Когда такая пара дисков приводится с помощью электродвигателя во вращение, наблюдатель видит серый цвет, его интенсивность зависит от количественного отношения белого и черного. Один из таких дисков с заданным серым цветом выбирается в качестве стандартного, а другой, в котором соотношение белого и черного секторов может меняться, используется в качестве сравниваемого. Цветовые круги позволяют устранить восприятие неровностей или текстуры поверхности, так называемую микроструктуру.

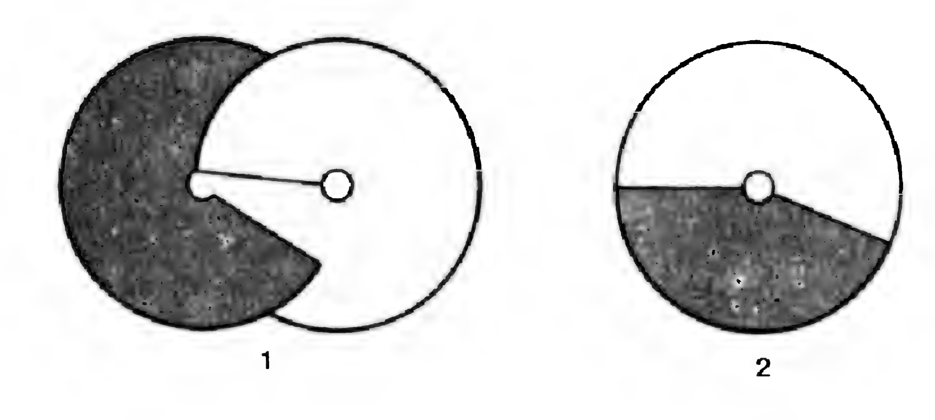


Рис. 9

Если расположение на рис. 8 оказалось бы таким, что оба образца отражали одинаковый по абсолютной интенсивности свет, то с левой стороны, чтобы компенсировать большее количество света, падающего от лампы, подбирался бы образец с небольшим коэффициентом отражения. С другой стороны, если бы имелась полная константность цвета, наблюдатель выбирал бы серый, коэффициент отражения которого равен стандартному. Обычно наблюдатели выбирают образец, серый цвет которого несколько темнее стандартного, но не намного. Таким образом, как правило, в экспериментах данного типа проявляется сильная тенденция к константности. Подобный результат — хорошая иллюстрация того, что обычно происходит в реальной жизни.

Отличие обычного подравнивания от подравнивания, которое было бы основано на равенстве ретинальных изображений двух образцов, становится вполне очевидным, когда образцы рассматриваются через небольшие отверстия так, что видны только они, а не окружающий фон. Такое устройство, известное как редуцирующий экран, изображено на рис. 10. Образец, обычно подбираемый как равный стандартному, при таких условиях наблюдения разительно отличается по цвету от стандартного и в данном примере близок к черному. Если вслед за тем, как подравнивание произведено, поднять вдруг экран, то наблюдатель поражается тому, что он мог оценивать эти два образца как равные. Здесь мы, по-видимому, имеем пример восприятия, определяемого физическим

равенством ретинальных изображений образцов. Результаты, полученные при редуцирующем экране, могут рассматриваться как подравнивания интенсивностей отраженного света и могут служить полезным методом измерения яркости при отсутствии необходимого прибора. Такое предположение можно подкрепить следующими доводами. Допустим, наблюдатель производит подравнивание на основе физической интенсивности двух ретинальных изображений. Тогда он должен компенсировать разницу в освещении разницей в коэффициентах отражения. Если, например, он выбирает величину коэффициента отражения близкого к лампе участка такую, что он оказывается в три раза темнее, чем находящийся в тени стандартный образец, то это могло бы означать, что стандартный образец получает в три раза меньше света.

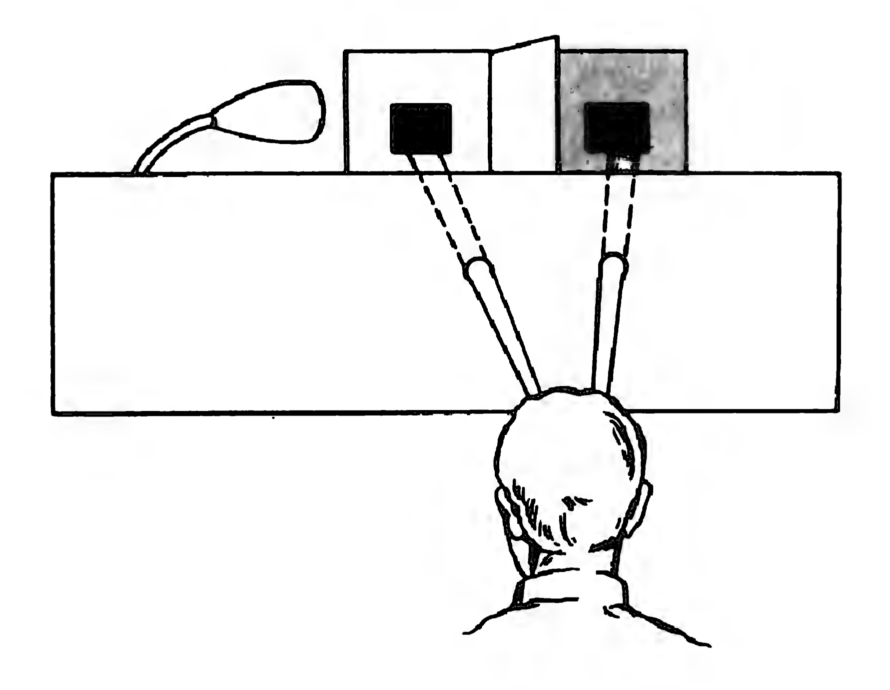


Рис. 10

Тенденцию к константности для наблюдателя или группы наблюдателей можно выразить и количественно (см. рис. 11). Если наблюдатель подравнивает образцы на основе абсолютной интенсивности, выбирая коэффициент отражения сравниваемого объекта, так, чтобы компенсировать разницу в освещении, то никакой тенденции к константности он не проявляет; если же он подравнивает образцы, выбирая коэффициент отражения равным стандарту, он проявляет полную константность. И если при подравнивании он выбирает, как обычно и бывает, промежуточный между этими крайними случаями коэффициент отражения, то степень константности может выражаться значением коэффициента отражения по отношению к 0 и 100% константности.



Рис. 11

Например, предположим, что стандарт (правая часть рис. 8) имеет коэффициент отражения 30 и на него попадает только треть от освещения, которое падает на сравниваемый образец. Тогда точка, соответствующая 0% константности, на рис. 11 означала бы подравнивание на 1/3 — от 30 или 10 единиц (компенсируется различие в освещенности). Точка, соответствующая полной константности, означала бы подравнивание к 30 единицам. Следовательно, интервал между нулевой константностью и полной константностью будет равен 30 минус 10 или 20. Если испытуемый выбирает при подравнивании к стандарту коэффициент отражения, равный 25, то интервал между этим подравниванием и отсутствием константности будет 25 минус 10 или 15. Отношение этого интервала к полному интервалу будет отношением 15 к 20, или 75%. Этот метод описания степени константности был введен Эгоном Брунсвиком[11]. Его можно применить и к другим перцептивным константностям, трактуя одну точку как подравнивание к проксимальному стимулу, вторую точку — как подравнивание при полной константности, а третью точку — как полученное подравнивание.

[11] См.: *Brunswik E.* Zur Entwicklung der Albedowahrnehmung // Zeitschrift für Psychologie. 1929. B. 109. S. 40—115. Модифицированное отношение с использованием логарифмирования было введено затем Таулесом (см.: *Thouless R.* Phenomenal regression to the real object. I. // British Journal of Psychology. 1931. Vol. 21. P. 339—359).

Х. Шиффман

[Константность восприятия размера и иллюзия луны]*

Константность восприятия размера

Рассказ о константности восприятия размера мы начнем с эксперимента.

Экспериментальное подтверждение: Константность восприятия размера

Проведите следующий несложный опыт. Поставьте эту книгу вертикально и обратите внимание на ее высоту (она равна примерно 9,5 дюйма (24 *см*)). Теперь медленно отходите от нее, продолжая обращать внимание на ее высоту. Отойдите сначала на 5 футов (около 1,5 *м*), потом на 10 (3 *м*) и наконец на 15 (4,5 *м*). Кажущаяся высота книги остается неизменной. Более того, если вы повторите свои действия в обратном порядке, т.е. станете приближаться к книге, по-прежнему оценивая ее высоту, последняя тоже будет оставаться постоянной. С помощью этого на первый взгляд тривиального опыта вы продемонстрировали важную особенность константности восприятия размера. Когда вы отходили от книги, а потом приближались к ней, размер ретинального изображения книги претерпевал значительные изменения: по мере увеличения расстояния между книгой и вашими глазами оно уменьшалось, а по мере его уменьшения - увеличивалось. Количественно связь между величиной ретинального изображения и расстоянием от наблюдателя до объектом иллюстрируется на рис. 1.

При изменении расстояния между наблюдателем и объектом размер ретинального изображения заметно изменяется, однако при обычных условиях ви́дения эти изменения остаются практически не замеченными наблюдателем. Вы сами доказали это, когда то отходили от книги, то приближались к ней, и вы делаете это постоянно, всякий раз, когда физическое расстояние между вами и

---

* *Шиффман Х.* Ощущение и восприятие. СПб.: Питер, М. 2003. Стр. 394-402, 412-417.

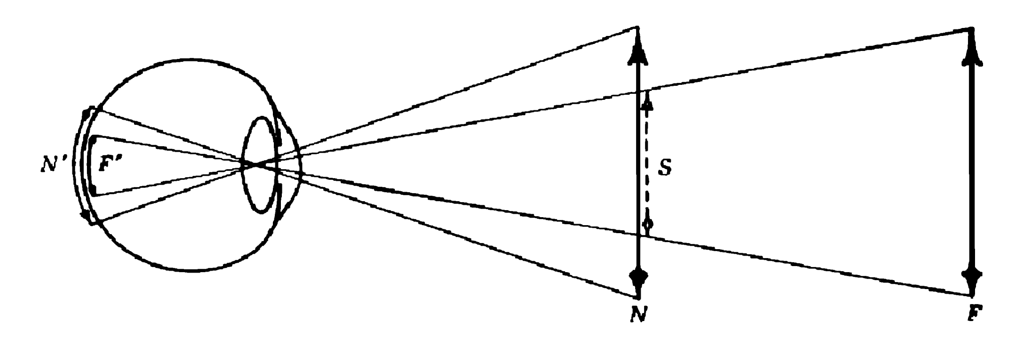


Рис. 1. Схема, демонстрирующая относительный размер ретинальных изображений *N'* и *F'* объектов *N* и *F*, одинаковых по величине, но расположенных на разном расстоянии от наблюдателя

Объект *F* находится в два раза дальше от наблюдателя, чем объект *N*, и поэтому его ретинальное изображение в два раза меньше, что полностью соответствует одному из законов оптики, в соответствии с которым размер проекции объекта на сетчатке обратно пропорционален расстоянию между глазом и объектом. Изображение, равное по размеру изображению объекта *N*, может также принадлежать и объекту *S*, который в два раза меньше объекта *N*, но находится рядом с ним

разными объектами изменяется. Изменение расстояния между наблюдателем и объектом в определенных пределах *не создает впечатления, что последние уменьшаются или увеличиваются,* несмотря на изменение их расположения. Тенденция к восприятию размеров объектов неизменными относительно наблюдателя (и размера проекции на сетчатке) является следствием **константности восприятия размера.** А это значит, что, как следует из рис. 1, человек, стоящий на расстоянии 15 футов (приблизительно 4,5 *м*) от наблюдателя, воспринимается последним точно так же, как когда расстояние между ними равно 30 футам (около 9 *м*), хотя в первом случае ретинальное изображение в два раза больше, чем во втором.

Обобщая все изложенное выше, можно сказать, что константность восприятия размера — это тенденция воспринимать размеры самих объектов как постоянные, несмотря на изменения размеров ретинальных изображений, происходящих при удалении объектов от наблюдателя или их приближении к нему. Действительно, в весьма широких пределах воспринимаемый размер объекта до некоторой степени не зависит от величины его проекции на сетчатке. Хотя на константность восприятия размера влияют многие факторы, самыми существенными являются признаки кажущейся удаленности и стимулы, играющие роль фона. <...>

Когда мы взаимодействуем с окружающим миром, информация об удаленности, какой бы они ни была — очевидной или вызывающей сомнения, — постоянно учитывается нами и автоматически «запускает механизм» константного восприятия размера. Ниже приводится описание эксперимента, показывающего, насколько это «тонкая материя». <...>

Экперимент Холуэя—Боринга. Классический опыт Холуэя—Боринга демонстрирует зависимость константности восприятия размера от ряда факторов[1]. Авторы помещали наблюдателя в точку пересечения двух длинных темных коридоров (рис. 2).

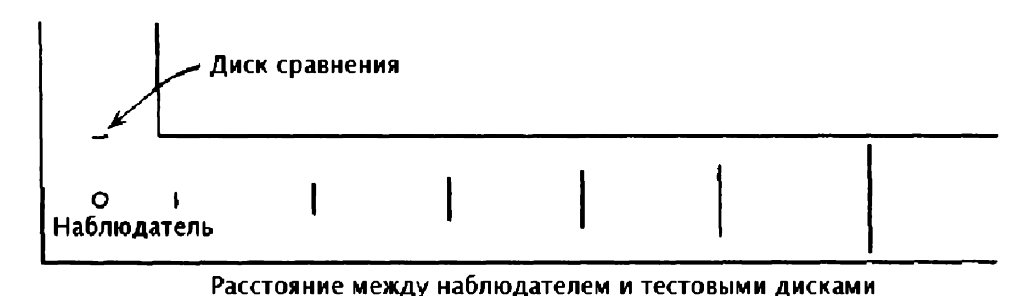


Рис. 2. Схема экспериментальной проверки константности восприятия размера, выполненной Холуэем и Борингом

Диск сравнения помещался на расстоянии 10 футов (3 *м)* от наблюдателя. Проекция тестовых дисков, помещавшихся на разном расстоянии от наблюдателя, — от 10 до 120 футов (от 3 до 36 *м*), — во всех случаях была равна 1°

В одном коридоре на расстоянии от наблюдателя, равном примерно 10 футам (3 *м*), устанавливали регулируемый освещенный диск — диск сравнения. В другом коридоре с расстояния от 10 до 120 футов (от 3 *м* до 36 *м*) наблюдателю предъявлялись последовательно, по одному разные тестовые диски, величина которых была подобрана таким образом, чтобы при угле зрения, равном 1°, их ретинальные изображения были бы равной величины независимо от того, на каком расстоянии от наблюдателя они находились.

Иными словами, физические размеры дисков увеличивались пропорционально их удаленности от наблюдателя таким образом, что величина их ретинальных изображений независимо от этого расстояния оставалась постоянной.

Наблюдатель должен был установить диск сравнения таким образом, чтобы величина его ретинального изображения соответствовала величине сетчаточной проекции тестового диска при угле зрения, равном 1°, причем условия проведения эксперимента существенно изменялись. По сути дела, наблюдатель должен был провести не один, а четыре разных опыта, используя: только нормальное бинокулярное зрение (опыт 1); только монокулярное зрение (опыт 2); монокулярное зрительное восприятие через маленькое отверстие, так называемый *«искусственный зрачок»,* исключающий некоторые источники информации, обычно способствующие восприятию удаленности, например бинокулярные признаки и движения головой (опыт 3). И, наконец, в опыте 4 наблюдатель сталкивался с еще более значительным уменьшением количества признаков удаленности за счет того, что каждый тестовый диск окружали черной материей, создавая сво-

[1] См.: *Holway A.H., Boring E.G.* Determinants of apparent visual size with distance variant // American Journal of Psychology. 1941. Vol. 54. P. 21—37.

еобразный тоннель, который элиминировал все признаки удаленности, обычно создаваемые полом, стенами и потолком.

Данные о степени константности, выявленной при проведении каждого из четырех описанных выше опытов, представлены на рис. 3.

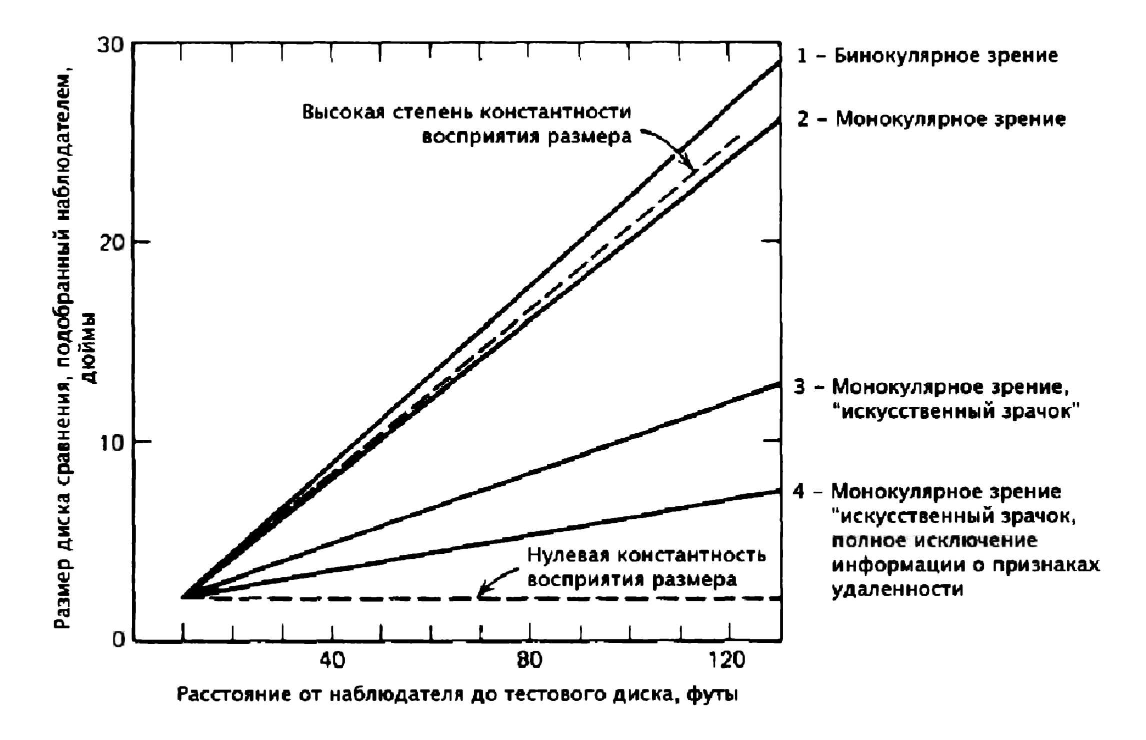


Рис. 3. Константность как функция признаков удаленности

На абсциссе показано расстояние между наблюдателем и стандартным диском. Чтобы величина изображений стандартного диска на сетчатке (угол зрения равен 1°) оставалась постоянной, по мере увеличения расстояния между наблюдателем и диском физическая величина последнего увеличивалась. Наблюдатель устанавливал тестовый диск таким образом, чтобы его размер соответствовал размеру каждого из тестовых дисков. (Подобранная наблюдателем величина диска сравнения представлена на ординате.) Результаты эксперимента таковы: высокая константность наблюдалась при экспериментальных условиях 1 и 2, при которых у наблюдателя была возможность пользоваться теми признаками расстояния, которые дают соответственно бинокулярное и монокулярное зрение. При значительном уменьшении объема информации о признаках удаленности наблюдалось и соответствующее ему снижение степени константности, а при полном исключении информации о признаках удаленности константность полностью отсутствовала. В опыте 4 восприятие дисков базировалось исключительно на величине ретинального изображения. Следовательно, степень константности величины зависит от объема зрительной информации[2]

[2] См.: *Holway A.H., Boring E.G.* Determinants of apparent visual size with distance variant // American Journal of Psychology. 1941. Vol. 54. P. 21—37.

Верхняя прямая с большим углом наклона соответствует идеальным условиям, при которых степень константности восприятия размера максимальна: наблюдатель именно так регулировал величину диска сравнения, что она точно соответствовала величине тестового диска. Самая нижняя пунктирная прямая соответствует полному отсутствию константности восприятия размера, т. е. такой ситуации, при которой величина диска сравнения была бы отрегулирована по величине тестового диска, установленного на расстоянии, равном 10 футам (3 *м*) (угол зрения равен 1°), независимо от того, на каком расстоянии от наблюдателя он на самом деле находился, т.е. по величине *ретинального изображения*. Иными словами, было бы достигнуто *сетчаточное* соответствие. И бинокулярное, и монокулярное зрение (опыты 1 и 2) в равной мере обеспечивали достижение максимально возможной константности восприятия размера, а это значит, что указанная константность не зависит от того, смотрит ли наблюдатель одним глазом или двумя. В обоих случаях размер диска сравнения был подобран почти так, как и было предсказано для идеальной константности восприятия размера.

Такое искусственное ограничение возможностей наблюдателя, как в опыте 3, т.е. наблюдение через маленькое отверстие, вызвало весьма заметное снижение константности. Условия, при которых проводился опыт 4, привели к почти полной утрате признаков удаленности и к еще большему снижению константности. В двух последних случаях, когда по условиям эксперимента объем информации о признаках удаленности был искусственно ограничен, суждения о величине диска сравнения базировались преимущественно на величине сетчаточного образа. При недостаточном количестве, так же как и при полном отсутствии признаков удаленности, восприятие основывалось на величине угла зрения, спроецированного на сетчатку. Следовательно, когда наблюдатель из-за искусственно созданного тоннеля не видел ничего, кроме тестовых дисков, и не имел никакой информации о том, на каком расстоянии от него они находятся, ему казалось, что их величины приблизительно одинаковы. *Полное отсутствие признаков удаленности приводит к почти полному исчезновению констатности восприятия размера,* а это значит, что для константности восприятия размера признаки удаленности и визуальные ориентиры имеют решающее значение. <...>

Закон Эммерта. Теперь читателю уже должно быть ясно, что воспринимаемый размер объекта определяется *и* величиной его изображения на сетчатке, *и* его относительной удаленностью. Между этими двумя факторами существует ярко выраженная связь, нередко проявляющаяся при восприятии пространства. При определенных условиях (если объект является *последовательным образом* — образом, сохраняющимся и после прекращения вызвавшей его стимуляции) его воспринимаемая величина зависит от удаленности поверхности, на которую он проецируется (рис. 4).

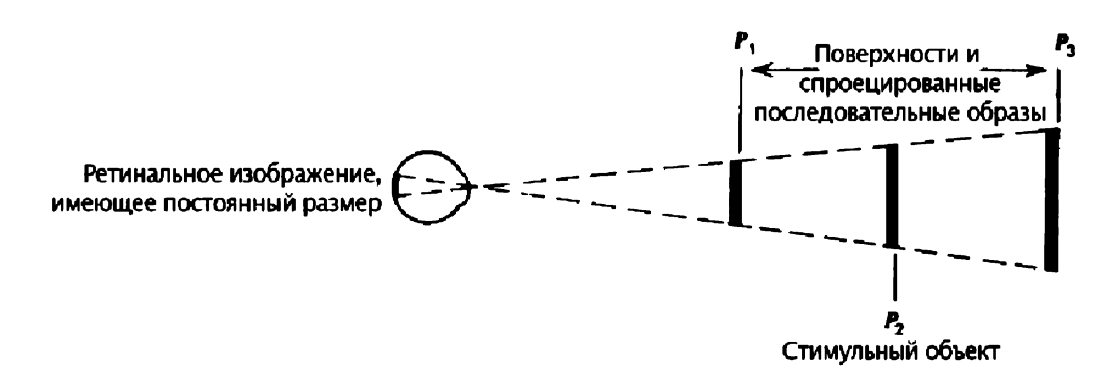


Рис. 4. Графическое представление закона Эммерта

Для образования последовательного образа простой стимульный объект фиксируется на 30—40 *с* на поверхности P_2. Сразу же после этого последовательный образ проецируется на более близко расположенную или более удаленную поверхность — на P_1 или P_3, в результате чего будет казаться, что он зафиксирован на определенной поверхности, и его воспринимаемый размер будет прямо пропорционален расстоянию от глаза наблюдателя до этой поверхности фиксации. Величина изображения на сетчатке постоянна и не зависит от этого расстояния

Воспринимаемый размер последовательного образа прямо пропорционален расстоянию от глаза до поверхности, на которую он проецируется; эта зависимость известна как закон Эммерта (по имени открывшего ее в 1881 г. Э. Эммерта). Закон Эммерта, суть которого заключается в том, что размер последовательного образа тем больше, чем более он удален от наблюдателя, в общем виде может быть записан следующим образом:

$$Ps\text{-} = k(RIs \times Pd),$$

где *Ps* — воспринимаемый размер последовательного образа; *k* — константа; *RIs* — размер ретинального изображения; *Pd* — воспринимаемая удаленность последовательного образа.

Так, если размер ретинального изображения (*RIs*) постоянен, как на рис. 4, увеличение удаленности поверхности, на которую проецируется последовательный образ (*Pd*), приводит к увеличению воспринимаемого размера последовательного образа (*Ps*). <...>

Итак, согласно закону Эммерта, чем дальше от наблюдателя поверхность, на которую проецируется последовательный образ, тем больше воспринимаемая величина последнего. Причиной этого является постоянство величины того участка сетчатки, «усталостью» которого вызван последовательный образ. Вспомните, что причиной последовательного образа является «усталость» некоторого определенного участка сетчатки. А это значит, что по мере увеличения удаленности поверхности проецирования величина объекта, чтобы это соответствовало постоянству размера ретинального изображения, должна увеличиваться пропорционально увеличению расстояния. Иными словами, величина

участка, покрытого последовательным образом, прямо пропорциональна удаленности поверхности фиксации. Хотя закон Эммерта и выведен на основании изучения последовательных образов, на самом деле он — частный случай общей зависимости между величиной сетчаточного образа и кажущейся удаленностью, которая имеет самое непосредственное отношение к условиям, благоприятствующим константности восприятия размера, а именно к тому, что при постоянстве размера образа на сетчатке ***воспринимаемый размер зависит от воспринимаемой удаленности***. <...>

Иллюзия Луны

Иллюзия Луны проявляется в том, что когда она находится близ горизонта, нам кажется, что она примерно в полтора раза больше, чем когда она находится в зените, хотя ее ретинальные изображения в обоих случаях равны между собой. В действительности Луна, так же как и Солнце, занимает значительно меньшую часть видимого неба, чем кажется большинству из нас. Угловой размер проекции Луны на сетчатку почти точно равен 0,5°[3]. Близкий к этой величине угловой размер имеет и объект, равный приблизительно 6 *мм* и удаленный от глаза на 76 *см*. Но если держать этот объект на правильном расстоянии, его величины достаточно для того, чтобы полностью закрыть проекцию Луны. Иллюзия Луны всегда вызывала огромный интерес, и ее пытались объяснить многие ученые[4]. Ниже приводится описание наиболее известных трактовок.

Гипотеза, основанная на конвергенции глаз

Боринг[5], а сравнительно недавно и Судзуки[6] предложили объяснение иллюзии Луны, основанное на том, что ее кажущаяся величина зависит от степени конвергенции глаз наблюдателя. Иными словами, в соответствии с **гипотезой, основанной на конвергенции глаз,** иллюзия Луны есть результат усиления импульсов к конвергенции глаз, возникающих у наблюдателя, когда он поднимает взгляд кверху, а глаза сами по себе стремятся дивергировать. (Когда наблюдатель смотрит на Луну в зените, происходит именно это.) Однако поскольку конвергенция глаз есть признак близости объекта, наблюдателю кажется, что объект

[3] См.: *Tolansky S.* Optical illusions. Oxford: Pergamon, 1964.

[4] См.: The moon illusion. / M. Hershenson (Ed.). Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1989.

[5] См.: *Boring E.G.* The moon illusion // American Journal of Physics. 1943. Vol. 11. P. 55—60; *Holway A.H., Boring E.G.* The moon illusion and the angle of regard // American Journal of Psychology. 1940. Vol. 53. P. 109—116; *Taylor D.W., Boring E.G.* The moon illusion as a function of binocular regard // American Journal of Psychology. 1942. Vol. 55. P. 189—201

[6] См.: *Suzuki K.* Moon illusion simulated in complete darkness; Planetarium experiment reexamined // Perception & Psychophysics. 1991. Vol. 49. P. 349—354; *Suzuki K.* The role of binocular viewing in a spacing illusion arising in a darkened surround // Perception. 1998. Vol. 27. P. 355—361.

меньше по размеру. Один из экспериментов Холуэя и Боринга[7] заключался в том, что они просили испытуемых сравнить воспринимаемую ими величину Луны с одним из световых дисков, спроецированных на расположенный рядом с ними экран. Наблюдая за Луной, находящейся близ горизонта, т.е. на уровне глаз, испытуемые выбрали диск, значительно превосходивший по величине тот, который они выбрали, когда наблюдали за Луной, находящейся в зените, подняв глаза под углом 30°. Когда же наблюдатели лежали на плоском столе и из такого положения наблюдали за Луной в зените, не поднимая и не опуская глаз, или когда они лежали на столе, свесив с него голову и подняв глаза вверх, чтобы видеть Луну на горизонте, результаты были противоположными: Луна близ горизонта казалась испытуемым меньше по величине, чем Луна в зените. Аналогичные впечатления можно получить, если смотреть на Луну согнувшись пополам и просунув голову между ногами.

Боринг объясняет иллюзию Луны конвергенцией и дивергенцией глаз, происходящих тогда, когда наблюдатель поднимает или опускает голову. Одних только движений шеи, головы или тела недостаточно для того, чтобы наблюдать эту иллюзию. Однако нет убедительного психологического процесса, с помощью которого можно было бы объяснить наблюдавшееся Борингом изменение зрительного пространства при вертикальных движениях глаз. Сам Боринг писал:

> Удовлетворительного объяснения этого явления... не дает ни одна теория. Все происходящее связано со спецификой механизма зрения... Остается только предположить, что усилия, направленные на подъем или опускание глаз, уменьшают воспринимаемую величину Луны... Поскольку нам не известно, почему напряжение окуломоторных мышц должно влиять на зрительно воспринимаемый размер... следует признать, что пока мы не можем сделать окончательного вывода о причине возникновения иллюзии Луны[8].

Гипотеза кажущейся удаленности

Попытка объяснить иллюзию Луны с помощью перцептивных факторов предпринималась еще Птолемеем (ок. 90 — ок. 160), греческим астрономом и геометром. Он предположил, что любой объект, отделенный от наблюдателя наполненным пространством, в том числе и Луна, видимая на горизонте в окружении различных объектов, кажется более удаленным, чем объект, физически удаленный точно так же, но отделенный пустым пространством, как, например, Луна в зените. Изображения Луны на сетчатке в обоих случаях одинаковы, но когда Луна находится на горизонте, она кажется наблюдателю *более удаленной*.

---

[7] См.: *Holway A.H., Boring E.G.* The moon illusion and the angle of regard // American Journal of Psychology. 1940. Vol. 53. P. 109—116.

[8] См.: *Boring E.G.* The moon illusion // American Journal of Physics. 1943. Vol. 11. P. 59—60.

То, что она одновременно кажется ему и больше по величине, является непосредственным следствием линейной зависимости между кажущимся размером и кажущейся удаленностью, о которой мы рассказали, обсуждая факторы, благоприятствующие константности восприятия удаленности: воспринимаемая величина прямо пропорциональна воспринимаемой удаленности. Эту взаимозависимость иллюстрирует рис. 5.

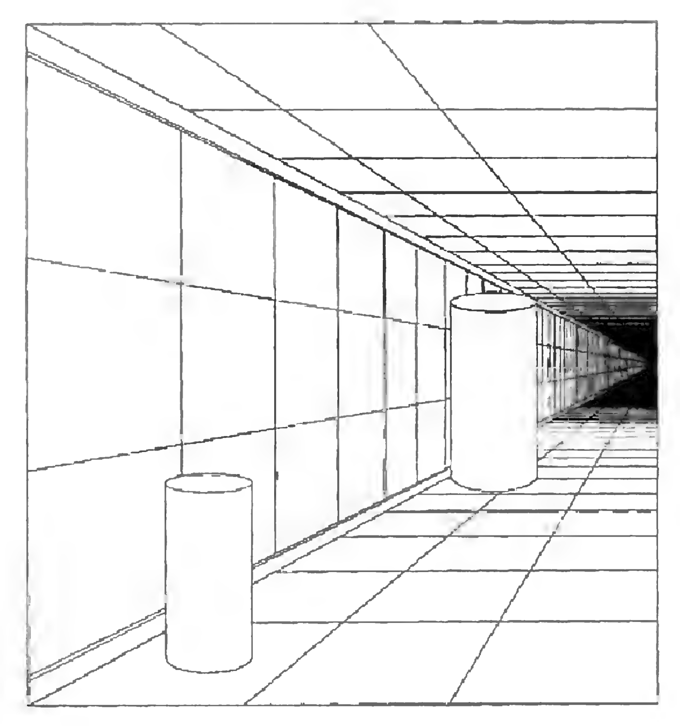


Рис. 5. Влияние кажущейся удаленности на кажущийся размер

Благодаря признакам перспективы правый цилиндр кажется более удаленным, чем левый. Поскольку признак удаленности «запускает механизм» константности восприятия величины, наблюдателю кажется, что правый цилиндр больше левого, хотя они и идентичны. (Этот рисунок — вариант иллюзии коридора, созданной Гибсоном в 1950 г.)

Следовательно, если два объекта, сетчаточные изображения которых равны по величине, кажутся наблюдателю расположенными на разных расстояниях от него, тот из них, который кажется более удаленным, всегда будет казаться и большим по величине. Эта зависимость называется **гипотезой кажущейся удаленности (или гипотезой инвариантности размера и удаленности).** Если воспользоваться этой гипотезой для объяснения иллюзии Луны, можно сказать, что Луна близ горизонта кажется нам более удаленной, чем Луна в зените, а потому и большей по величине. Должно быть, вы уже поняли, что перед нами — особый случай *константности восприятия размера,* а именно благодаря тому, что признаки удаленности приводят в действие механизм константности восприятия размера, Луна близ горизонта кажется нам большей по величине, чем Луна в зените.

Гипотезу кажущейся удаленности активно изучали Кауфман и Рок[9]. Они подвергли сомнению объяснение иллюзии Луны, основанное на представлении о решающей роли конвергенции и дивергенции глаз вообще, и метод определения величины Луны в частности. Кроме того, они утверждали, что поскольку Луна находится очень далеко от наблюдателя, она воспринимается им как большой объект, но как такой объект, величина которого неопределима. Просить наблюдателей оценить величину стимула, величина которого неопределима, сравнивая последний с расположенными рядом с ним дисками, имеющими совершенно конкретные размеры, значит просить их сравнивать заведомо несравнимые вещи. Вместо этого Кауфман и Рок просили наблюдателей сравнить по величине две искусственные луны, видимые на фоне неба, и подобрать равные по величине пары. Разумеется, такое сравнение по самой своей сути аналогично сравнению, выполняемому в исходной иллюзии, хотя в последней две настоящие Луны разделены и во времени, и в пространстве. На фоне неба Кауфман и Рок с помощью прожектора предъявляли наблюдателям световой круг, величину которого можно было изменять (искусственную луну). Используя пару прожекторов, наблюдатель получал возможность сравнить стандартный круг, спроецированный в определенную точку неба, например близ горизонта, с кругом, величину которого можно было изменять и который проецировался, допустим, в точку, соответствующую зениту. Величина изменяемого круга, которую «выбирал» наблюдатель и которая, по его мнению, соответствовала величине стандартного круга, принималась за меру величины иллюзии.

Результаты этих экспериментов показали, что независимо от степени поднятия взора Луна близ горизонта воспринималась как значительно большая по величине, чем Луна в зените. Проведя серию опытов, исследователи пришли к выводу, что Луна близ горизонта кажется значительно более удаленной, чем Луна в зените, и что это впечатление создается местностью, воспринимаемой наблюдателем, как уходящее вдаль пространство.

Как уже отмечалось выше, при обсуждении роли константности восприятия величины, если два объекта имеют равные по величине сетчаточные образы, но находятся на разном удалении от наблюдателя, большим по величине будет казаться тот из них, расстояние до которого кажется наблюдателю больше. А это значит, что из представлений Кауфмана и Рока о кажущейся удаленности следует, что Луна, которая кажется наблюдателю более удаленной, воспринимается им и как большая по величине. Иными словами, благодаря константности восприятия размера воспринимаемая величина объекта является функцией его удаленности от наблюдателя. Следовательно, если ретинальные изображения равны, кажущаяся величина тем больше, чем больше кажущаяся удаленность.

---

[9] См.: *Kaufman L., Rock I.* The moon illusion, I // Science. 1962. Vol. 136. P. 953—961; *Kaufman L., Rock I.* The moon illusion // Scientific American. 1962. Vol. 207. P. 120—132; *Rock I., Kaufman L.* The moon illusion, II // Science. 1962. Vol. 136. P. 1023—1031.

Критика гипотезы кажущейся удаленности: парадокс удаленности. Несмотря на всю свою привлекательность, гипотеза кажущейся удаленности не может объяснить все нюансы иллюзии Луны. Так, Судзуки[10] сравнил суждения о световых стимулах, проецируемых на линию горизонта, со стимулами, проецируемыми в самую высокую точку свода, расположенного под куполом погруженного в полную темноту планетария. Несмотря на то, что при этих условиях наблюдателю не были доступны практические никакие признаки удаленности, иллюзия Луны проявлялась достаточно надежно. Более принципиальное значение для теории кажущейся удаленности имеет то, что весьма часто нам кажется, что Луна близ горизонта не только больше Луны в зените, но что она и *менее удалена от* нас! Это явление называется **парадоксом удаленности,** или явлением *дальше — больше — ближе*. Парадокс удаленности создает серьезную проблему для гипотезы кажущейся удаленности, основанной на том, что Луна близ горизонта кажется наблюдателю большей по величине, потому что благодаря признакам удаленности, ассоциирующимся с местностью, кажется более удаленной от него, чем Луна в зените.

Кауфман и Рок[11] объясняют парадокс удаленности Луны близ горизонта эффектом *серийности,* или *последовательности,* являющимся результатом обработки информации о величине и удаленности в ситуациях, при которых необходимо делать заключения об удаленности и величине соответственно. Иными словами, заключения о величине Луны и ее удаленности от наблюдателя *не делаются* одновременно или на основании одного и того же набора зрительных признаков. В соответствии с гипотезой, объясняющей иллюзию Луны кажущейся удаленностью и константностью восприятия размера, наблюдателю потому кажется, что Луна близ горизонта больше по величине, чем Луна в зените, что она кажется ему более удаленной. Это результат непосредственного, непреднамеренного, *практически автоматического умозаключения* относительно связи между кажущейся удаленностью и кажущейся величиной, характерного для такого явления, как константность восприятия размера. Что же касается суждения об *удаленности* Луны, находящейся близ горизонта, то оно является результатом обдуманного, *сознательного решения*, основанного на ее кажущейся величине. Коль скоро наблюдателю кажется, что Луна близ горизонта больше по величине, чем Луна в зените, следовательно, она должна быть и ближе.

Корен и Акс следующим образом объясняют парадокс удаленности, т.е. то, что наблюдатель воспринимает Луну близ горизонта как большую по величине и расположенную ближе к нему, чем Луна в зените:

---

[10] См.: *Suzuki K.* Moon illusion simulated in complete darkness; Planetarium experiment reexamined // Perception & Psychophysics. 1991. Vol. 49. P. 349—354

[11] См.: *Kaufman L., Rock I.* The moon illusion thirty years later // The moon illusion / M. Hershenson (Ed.). Hills-dale: Lawrence Erlbaum, 1989; *Coren S., Aks D.J.* Moon illusion in pictures: A multimechanism approach // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 1990. Vol. 16. P. 365—380.

Если принять, что мы имеем дело с последовательностью событий, начинающейся с «запуска» механизма константности восприятия величины доступным наблюдателю признаком глубины и заканчивающейся искажением восприятия величины Луны, окажется, что, конечно же, нет никакого парадокса, и результат вполне ожидаем. В этом случае наблюдателю кажется, что Луна близ горизонта больше по величине, и это впечатление является источником информации для оценки кажущейся удаленности. Она кажется ему ближе, потому что больше. Два суждения вынесены на основании разных исходных данных... Таким образом, в иллюзии Луны одно иллюзорное восприятие (иллюзия размера) становится источником вторичной иллюзии (разницы в кажущейся удаленности) [12].

Альтернативные объяснения иллюзии Луны

Несмотря на то, что объяснение иллюзии Луны на основании гипотезы о кажущейся удаленности имеет наибольшее число сторонников, известно немало и других объяснений, преимущественно когнитивной природы[13]. Известно объяснение, согласно которому наблюдателю не требуется обработки информации о кажущейся удаленности[14]. Основное положение *гипотезы относительного размера,* предложенной Рестлом, заключается в том, что воспринимаемая величина объекта зависит не только от величины его ретинального изображения, но и от величины объектов, находящихся в непосредственной близости от него. Чем меньше эти объекты, тем больше его кажущийся размер. Следовательно, если решение о величине Луны принимается наблюдателем на основании ее сравнения с ближайшими к ней объектами, ему кажется, что Луна близ горизонта больше, потому что она воспринимается им на фоне определенного пейзажа и при небольшом угле наклона (угол наклона к горизонту равен 90°). Когда Луна в зените, она воспринимается на фоне зрительно свободного пространства (угол наклона к горизонту равен 90°) и потому кажется меньше. В данном случае иллюзия Луны трактуется как пример относительности воспринимаемого размера. Один и тот же объект в зависимости от контекста может восприниматься поразному. Не исключено, что относительный размер может играть некоторую роль, возможно подчиненную, и в одной из версий гипотезы кажущейся удаленности[15].

---

[12] См.: *Coren S., Aks D.J.* Moon illusion in pictures: A multi-mechanism approach // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 1990. Vol. 16. P. 377.

[13] См.: The moon illusion / M. Hershenson (Ed.). Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1989.

[14] См.: *Restle F.* Moon illusion explained on the basis of relative size // Science. 1970. Vol. 167. P. 1092—1096.

[15] См.: *Baird J.C.* The moon illusion: II. A reference theory // Journal of Experimental Psychology: General. 1982. P. 304-315.

Известно немало других объяснений иллюзии Луны, и у нас просто нет возможности изложить их все[16]. Однако (мы не имеем в виду «экзотические» гипотезы) если в восприятии Луны присутствует систематическая ошибка, это не должно никого удивлять. В конце концов, высказывая суждения о величине Луны, мы на самом деле пытаемся оценить величину небесного тела, которое находится на расстоянии 250 000 миль (402 250 *км*) от нас и имеет диаметр, равный 2000 милям (3218 *км*)!

---

[16] См.: *McCready D.* Moon illusion redescribed // Perception & Psychophysics. 1986. Vol. 35. P. 64—72.

А.Д. Логвиненко

Перцептивные взаимодействия и построение видимого мира*

Константность видимой величины и видимой формы

Суть проблемы константности видимой величины, как и прочих константностей в зрительном восприятии, состоит в том, что видимая величина определяется скорее дистальным стимулом (физической величиной объекта), нежели проксимальным стимулом (величиной его сетчаточного изображения или, что то же самое, его угловой величиной). Проблема здесь в том, что, с одной стороны, если все параметры стимуляции, кроме угловой величины объекта, сохраняются неизменными, видимая величина строго следует угловой величине, т.е. имеет место психофизическая зависимость «видимая величина — угловая величина», и эта зависимость линейная. Причем достаточно увеличить угловую величину объекта на 1%, чтобы было заметно изменение его видимой величины, т.е. зрительная система весьма тонко реагирует на различия сетчаточных изображений объектов. С другой стороны, при удалении объекта мы не замечаем уменьшения его видимой величины[1], хотя его угловая величина уменьшается обратно пропорционально удаленности. В этом легко убедиться, поместив левую ладонь на расстоянии 25 *см* от глаз, а правую — на расстоянии 50 *см*. Несмотря на то, что угловая величина правой ладони при этом приблизительно вдвое меньше, чем левой, обе ладони воспринимаются равными по величине.

Может сложиться впечатление, что явление константности состоит в неизменности (константности) видимой величины предметов при уменьшении их сетчаточного изображения, вызванного удалением этих предметов от наблюдателя. Само собой напрашивается при этом предположение о том, что зрительная

---

* *Логвиненко А.Д.* Зрительное восприятие пространства. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. С. 178—183, 187—195.

[1] Если удаление не превышает нескольких метров.

система учитывает изменение абсолютной удаленности объекта и компенсирует уменьшение его сетчаточного изображения с удалением объекта от наблюдателя. На первый взгляд, такая точка зрения не лишена смысла, поскольку опыты показывают, что уменьшение числа признаков абсолютной удаленности (так называемая редукция признаков) приводит к исчезновению константности величины. При этом чем больше редуцированы признаки, тем менее компенсируется уменьшение сетчаточного изображения объектов с увеличением удаленности[2]. При полной редукции наблюдается полная аконстантность видимой величины, а именно видимая величина строго следует угловой величине объекта (как иногда говорят, следует закону для угла зрения).

Брунсвик[3] и Таулесс[4] независимо друг от друга предложили меру компенсации изменения проксимального стимула с изменением удаленности (или наклона, если речь идет о форме). Они вычисляли отношение величины осуществившейся компенсации к величине требуемой (для полной константности) компенсации. Это отношение получило название *коэффициента константности*. Если компенсация полная, что соответствует явлению константности, коэффициент константности равен единице. Если компенсация вовсе отсутствует, что соответствует явлению аконстантности, то коэффициент константности равен нулю. В терминах коэффициента константности результаты Холуэя и Боринга могут быть сформулированы так: редукция признаков вызывает редукцию коэффициента константности от единицы до нуля. Последующие исследования подтвердили этот факт. Переход от стимульной ситуации, богатой зрительными признаками, к ситуации, менее насыщенной ими, вызывает уменьшение коэффициента константности как для видимой величины[5], так и для видимой формы[6].

---

[2] См.: *Holway A.H., Boring E.G.* Determinants of apparent visual size with distance variant // Am. J. Psychol. 1941. Vol. 54. P. 21—37.

[3] См.: *Brunswik E.* Perception and the Representative Design of Psychological Experiments. Berkeley: Los Angeles University of California Press, 1956.

[4] См.: *Thouless R.H.* Phenomenal regression to the real object. Part I // Brit. J. Psychol. 1931. Vol. 21. P. 339—359.

[5] См.: *Leibowitz H.W., Harvey L.O.* Size matching as function of instruction in a naturalistic environment // J. Exp. Psychol. 1967. Vol. 74. P. 378—382; *Leibowitz H.W., Harvey L.O.* Effect of instructions, environment, and type of test object of matched size // J. Exp. Psychol. 1969. Vol. 81. P. 36—43.

[6] См.: *Eissler K.* Die Gestaltkonstanz des Sehdinge // Arch. Ges. Psychol. 1933. B. 88. S. 487—550; *Stavrianos K.B.* The relation of shape perception to explicit judgments of inclination // Arch. Psychol. 1945. 296; *Langdon J.* Perception of a changing shape // Quart J. Exp. Psychol. 1951. Vol. 3. P. 157—165; *Langdon J.* Further study in perception of changing shape // Quart. J. Exp. Psychol. 1953. Vol. 5. P. 89—107; *Langdon J.* The perception of three-dimensional solids // Quart. J. Exp. Psychol. 1955. Vol. 7. P. 133—146; *Nelson T.M., Bartley S.H.* The perception of form in unstructured field // J. Gen. Psychol. 1956. Vol. 54. P. 57—63; *Leibowitz H., Bussey T., McGuire P.* Shape and size constancy in photographic reproduction // J. Opt. Soc. Am. 1957. Vol. 47. P. 658—661; *Epstein W., Park J.* Shape constancy: functional relationships and theoretical formulations // Psychol. Bull. 1963. Vol. 60. P. 265—288.

Боринг предложил называть величину сетчаточного изображения объекта ядерным стимулом, а все остальные проксимальные стимулы, которые поставляют информацию об абсолютной удаленности и позволяют скомпенсировать уменьшение сетчаточного стимула, — контекстными стимулами[7]. Видимая величина, по его мнению, определяется балансом между ядерным и контекстными стимулами — чем меньше контекстных стимулов, тем более доминирует ядерный стимул. Этот вариант объяснения константности, исходя из идеи компенсации, получил название *ядерно-контекстной теории*[8].

Серьезным недостатком любой теории константности, исходящей из идеи компенсации перспективных искажений сетчаточных изображений, является то, что это — теория для явления полной константности. Эта теория предполагает, что в ситуации, богатой признаками удаленности, происходит полная компенсация перспективных искажений сетчаточного образа, результатом чего является константность в зрительном восприятии. Однако легко убедиться, что весьма существенное отклонение от константности видимой величины может иметь место и без редукции признаков. Для этого достаточно взглянуть вниз из окна высотного дома или из иллюминатора самолета. Люди внизу выглядят очень маленькими, их видимая величина существенно меньше величины людей, находящихся рядом.

Еще более важным, на наш взгляд, представляется то обстоятельство, что при экспериментальном исследовании константности оказалось, что полная константность (коэффициент константности, равный единице) встречается крайне редко. Как правило, измеренный в эксперименте коэффициент константности принимает промежуточное значение в интервале между нулем и единицей. Причем, если выборка испытуемых достаточно велика, то для коэффициента константности можно получить практически любое значение. Большой интериндивидуальный разброс результатов встретился уже в первом исследовании константности видимой формы[9]. Большая индивидуальная изменчивость коэффициента константности видимой формы отмечалась позднее еще рядом авторов[10].

---

[7] См.: *Boring E.G.* The perception of objects // Am. J. Phys. 1946. Vol. 14. P. 99—107.

[8] См.: *Allport F.H.* Theories of perception and the concept of structure. N.Y.: John Wiley and Sons, 1955.

[9] См.: *Thouless R.H.* Individual differences in phenomenal regression // Brit. J. Psychol. 1932. Vol. 22. P. 216—241.

[10] См.: *Sheehan M.R.* A study of individual differences in phenomenal constancy // Arch. Psychol. 1938. 222; *Moore W. E.* Experiments on the constancy of shape // Brit. J. Psychol. 1938. Vol. 29. P. 104—116; *Lichte W.H.* Shape constancy: Dependence upon angle of rotation. Individual differences. // J. Exp. Psychol. 1952. Vol. 43. P. 49—57; *Langdon J.* Further study in perception of changing shape // Quart. J. Exp. Psychol. 1953. Vol. 5. P. 89—107; *Langdon J.* The perception of three-dimensional solids // Quart. J. Exp. Psychol. 1955. Vol. 7. P. 133—146.

50 испытуемых приняли участие в эксперименте, проведенном нами для определения коэффициента константности видимой формы. Испытуемому с расстояния полутора метров предъявлялись два прямоугольника: эталонный и измеритель. Эталонный прямоугольник имел равные ширину и высоту (100×100 *мм*) и предъявлялся всегда наклоненным на угол α. Его размеры в течение всего эксперимента не менялись. Прямоугольник-измеритель, напротив, всегда имел одну и ту же ориентацию, но мог изменить свою форму: его высота могла уменьшаться или увеличиваться. Испытуемому предоставляли возможность управлять изменением высоты прямоугольника-измерителя и просили подобрать для него такую высоту, чтобы его видимая форма была идентична видимой форме наклоненного прямоугольника-эталона. Иными словами, методом установки[11] определялась точка субъективного равенства высоты наклоненного квадрата-эталона и фронтально расположенного прямоугольника-измерителя. Поскольку различие между формами эталона и измерителя в основном сводилось к различию по высоте, то это различие и было взято в качестве количественной меры различия по форме. Коэффициент константности в этом случае можно определить по такой формуле:

$$k = \frac{V - P}{R - P},$$

где R — высота прямоугольника-эталона; P — проекционная высота прямоугольника-эталона. Если α — угол наклона эталона, то $P = R \cdot \cos \alpha$; V — высота прямоугольника-измерителя, при которой он воспринимается идентичным по форме прямоугольнику-эталону.

Поясним смысл этой формулы. Поскольку сетчаточная форма фронтально расположенного прямоугольника-измерителя совпадает с его физической формой (нет наклона, следовательно, нет перспективных искажений и нет, поэтому, рассогласования между формой дистального и проксимального стимулов), то его видимая форма идентична физической форме. А поскольку по инструкции испытуемый должен был подравнять видимую форму измерителя к видимой форме эталона, то физическая форма измерителя идентична не только видимой форме измерителя, но и видимой форме эталона, поэтому она входит в формулу как видимая форма эталона V. Таким образом, в числителе формулы стоит разность между соответствующими параметрами видимой и проекционной форм эталона, т.е. величина компенсации перспективных искажений, которую реально осуществила зрительная система. В знаменателе — разность между соответствующими параметрами реальной и проекционной форм эталона, т.е. требуемая компенсация. Значит, это действительно отношение Брунсвика—Таулесса. <...>

[11] См.: *Guilford J.P.* Psychometric Methods. Bombay—New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Co, 1954.

Инвариантные соотношения в восприятии

Явление константности в зрительном восприятии свидетельствует о том, что проксимальный стимул не является единственной детерминантой для зрительного образа, который скорее соответствует дистальному стимулу, нежели проксимальному. А это в свою очередь означает, что в зрительном восприятии пространства существуют явления, которые не укладываются в обычную психофизическую логику: дистальный стимул — проксимальный стимул — зрительный образ. Первая стрелка описывает физическое соотношение дистального и проксимального стимулов, вторая — психофизическую связь между стимулом и образом. В этом месте будет полезно сделать более гибкой используемую терминологию. Стимул и образ — это слишком глобальные понятия. Мы будем говорить ***дистальный параметр*** стимула (например, физическая величина), ***проксимальный параметр*** (зрительный угол) и ***феноменальный параметр образа*** (видимая величина). Явление константности, например, константность видимой глубины, показывает, что феноменальный параметр образа (видимая глубина) может детерминироваться не только соответствующим проксимальным параметром стимула, т.е. диспаратностью, но и некоторым другим феноменальным параметром (видимой удаленностью). Еще одной иллюстрацией этого положения может служить так называемая ***комната Эймса***[12] [см. с. 213 этой книги. — *Ред.-сост.*]. В плане эта комната имеет вид трапеции. Если два одинаковых по росту человека встанут вдоль задней стенки по углам, то угловая величина одного из них (того, который в дальнем углу) будет вдвое меньше угловой величины другого. Демонстрация Эймса состоит в том, что с помощью специально подобранных признаков удаленности создается иллюзия того, что комната имеет обычную прямоугольную форму, т.е. видимая удаленность этих стоящих по разным углам людей одинакова. Феномен состоит в том, что человек, находящийся в дальнем углу, кажется вдвое меньшим.

Наиболее интересным в этой демонстрации является то, что видимая величина не просто изменилась, а уменьшилась ровно во столько раз, во сколько раз уменьшилась видимая дистанция. Это позволило Эймсу и его сотрудникам сформулировать принцип, согласно которому ***зрительный угол детерминирует не видимую величину, а отношение видимой величины к видимой удаленности.*** Этот же принцип Эймса формулируют еще и так: при неизменной величине зрительного угла отношение видимой величины к видимой удаленности остается неизменным или, как иногда говорят, инвариантным. Любой из феноменальных параметров, входящих в инвариантное отношение, может измениться, как это случилось, например, в комнате Эймса, но при этом неизбежно произойдет изменение и другого феноменального параметра.

Следует подчеркнуть, что за утверждением о существовании в восприятии инвариантных отношений (или более сложных соотношений) лежит логика,

---

[12] См.: *Ittelson W.H.* The Ames Demonstrations in Perception. Princeton: Princeton University Press, 1952.

принципиально отличная от психофизической. В психофизическом подходе, например, видимая удаленность считается функцией от некоторых параметров проксимального стимула. В принципе Эймса же утверждается, что видимая удаленность является функцией не только от параметров проксимального стимула, но и от других феноменальных параметров образа, например, от видимой величины. Можно сказать, что феноменальные параметры образа взаимодействуют. В дальнейшем такой вид взаимодействий мы будем называть ***перцептивными взаимодействиями***.

Инвариантность отношения видимой величины и видимой удаленности

Этот вид инвариантного соотношения, на существование которого, пожалуй, впервые указал Коффка[13], наиболее исследован. Его можно выразить следующей простой формулой: проксимальная величина стимула (т.е. зрительный угол) однозначно определяет отношение видимой величины и видимой удаленности. В дальнейшем параметры дистального стимула будем обозначать большими латинскими буквами, например, S — физическая величина объекта; D — физическая удаленность объекта от наблюдателя; ΔD — физическая относительная удаленность объектов. Соответствующие им феноменальные параметры образа будем обозначать этими же буквами, но с чертой сверху, например, $\bar{S}$ — видимая величина предмета; $\bar{D}$ — видимая абсолютная удаленность; $\Delta\bar{D}$ — видимая относительная удаленность. Буквы греческого алфавита будем использовать для обозначения параметров проксимального стимула. Напомним уже встречавшиеся у нас обозначения: α — зрительный угол (проксимальная величина объекта); γ — конвергенционный угол; η — диспаратность. В этих обозначениях инвариантность отношения «видимая величина — видимая удаленность» может быть выражена следующей формулой:

$$\alpha = k \frac{\bar{S}}{\bar{D}},$$

где k — коэффициент пропорциональности.

Легко убедиться в том, что изменение видимой величины объекта в комнате Эймса происходит в полном соответствии с этой формулой. Были проведены многочисленные исследования, в которых проверялось выполнение инвариантности отношения «видимая величина — видимая удаленность»[14]. Экспериментальной проверке зачастую подвергалась не сама формула, а различные ее следствия.

---

[13] См.: *Koffka K.* Principles of Gestalt Psychology. N.Y.: Harcourt, Brace, 1935.

[14] См.: *Kilpatrick F.P., Ittelson W.H.* The size-distance invariance hypothesis // Psychol. Rev. 1953. Vol. 60. P. 223—231; *Ittelson W.H.* Visual space perception. N.Y.: Springer, 1960; *Epstein W., Park J., Casey A.* The current status of the size-distance hypothesis // Psychol. Bull. 1961. Vol. 58. P. 491—514.

Одним из следствий формулы является утверждение о том, что видимая величина предмета пропорциональна видимой удаленности, если проксимальная величина стимула постоянна: $\overline{S} = k\overline{D}$, если $\alpha = const$. Убедиться в справедливости этого утверждения не просто, поскольку при приближении объекта к наблюдателю происходит не только уменьшение видимой удаленности, но и увеличение зрительного угла. Проверить это утверждение можно лишь в лабораторном эксперименте, сохраняя постоянным зрительный угол и изменяя расстояние до объекта. Такие эксперименты были проведены[15]. Испытуемым предъявлялись стереограммы Юлеша и предлагалось оценить величину и относительную удаленность центрального квадрата. Физические размеры центрального квадрата и соответственно его зрительный угол сохранялись постоянными, в то время как диспаратность и соответственно видимая удаленность варьировались. Была получена линейная зависимость видимой величины от видимой удаленности в полном согласии со следствием из формулы.

Это же следствие можно проверить по-иному, используя послеобразы, сетчаточная величина которых неизменна. Будет ли изменяться видимая на экране величина послеобраза пропорционально расстоянию до экрана? Оказывается, да. Исследования, проведенные Эммертом, позволили ему сформулировать правило, названное впоследствии *законом Эммерта:* величина послеобраза пропорциональна его абсолютной удаленности. Более поздние исследования показали, что речь идет именно о видимой удаленности послеобраза.

Второе следствие из инвариантности отношения *видимая величина — видимая удаленность* можно извлечь из формулы, положив $\overline{D} = const$. При постоянной видимой удаленности видимая величина должна изменяться прямо пропорционально зрительному углу, т.е. $\overline{S} = k\alpha$, если $\overline{D} = const$. В этом следствии нетрудно узнать сформулированный выше *закон угла зрения,* или *явление аконстантности величины.*

В рамках концепции перцептивных взаимодействий находит свое объяснение аконстантность восприятия при редукции зрительных признаков. Было показано, что в стимульных ситуациях с редуцированными признаками возникают так называемые «тенденция к равноудаленности» и «тенденция к специфической удаленности»[16]. Тенденция к специфической удаленности состоит в том, что при полной (насколько это возможно) редукции признаков человек воспринимает объекты расположенными на одной и той же удаленности от себя. Прямые субъективные оценки (в метрах) показывают, что эта специфическая удаленность составляет 1,5 : 2,5 *м*[17].

---

[15] См.: *Lawson R.B., Gulick W.L.* Stereopsis and anomalous contour // Vision Res. 1967. Vol. 7. P. 271—297; *Fineman M.B.* Facilitation of stereoscopic depth perception by a relative-size cue in ambiguous disparity stereograms // J. Exp. Psychol. 1971. Vol. 90 (2). P. 215—221.

[16] См.: *Gogel W.C.* The organization of perceived space // Psychol. Forsch. 1973. Vol. 36. P. 195—247.

[17] См.: *Gogel W.C.* The effect of object familiarity on the perception of size and distance // Quart. J. Exp. Psychol. 1969. Vol. 21. P. 239—247; *Gogel W.C.* The sensing of retinal size // Vision Res.

Тенденция к равноудаленности состоит в том, что при редукции признаков редуцируется видимая относительная удаленность, создается впечатление, что все объекты расположены как бы в одной плоскости[18]. Как указывает Годжел, впервые обративший внимание на существование этих тенденций в нашем восприятии, это именно тенденции, а не законы восприятия для пространства, полностью лишенного зрительных признаков, поскольку они проявляются и при наличии зрительных признаков. Проявление этих тенденций может заключаться в ослаблении эффективности зрительного признака[19].

Из существования тенденций к равноудаленности и специфической удаленности следует, что в редуцированной стимульной ситуации воспринимаемая удаленность объектов будет иметь тенденцию быть постоянной. Следовательно, воспринимаемая величина будет иметь тенденцию восприниматься аконстантно, что и имеет место в действительности.

Третье следствие из гипотезы инвариантности соотношения «видимая величина — видимая удаленность» относится к случаям, в которых величина воспринимаемого объекта хорошо известна по прошлому опыту, а признаки удаленности редуцированы, т.е. $\overline{D} = k\alpha^{-1}$, если $\overline{S} = const$. Иначе говоря, если видимая величина воспринимаемого объекта известна, то видимая удаленность будет обратно пропорциональна углу зрения. Это положение было экспериментально доказано в классическом эксперименте с картами[20]. Испытуемым предъявлялись три игральные карты в условиях полной редукции признаков удаленности. Каждая карта помещалась на одном и том же физическом расстоянии от наблюдателя. Однако размеры карт были неодинаковы: одна была нормальной величины, другая — вдвое больше, а третья — вдвое меньше обычной. Испытуемые оценивали удаленность этих карт. Согласно гипотезе инвариантности, большая карта должна быть локализована в два раза ближе, а меньшая — в два раза дальше нормальной карты. Результаты эксперимента находились в полном соответствии с гипотезой инвариантности.

Еще одно следствие из инвариантности отношения «видимая величина — видимая удаленность» состоит в том, что при изменении зрительного угла видимая величина постоянна, если удаленность изменяется обратно пропорционально зрительному углу. Согласно данному следствию, величина объекта будет восприниматься неизменной, если наблюдатель верно воспринимает изменение физического расстояния до объекта, т.е. воспринимает увеличение расстояния до объекта при уменьшении зрительного угла и уменьшение расстояния до него

1969. Vol. 9. P. 3—24.

[18] См.: *Gogel W.C.* The tendency to see objects as equidistant and its reverse relation to lateral separation // Psychol. Monogr. 1956. Vol. 70. Wol. 411.

[19] См.: *Gogel W.C, Brune R.L., Inaba K.* A modification of a stereopsis adjustment by the equidistance tendency // USAMRL Report. 1954. Vol. 157. P. 1—11; *Gogel W.C.* The validity of the size-distance invariance hypothesis with cue reduction // Percept. & Psychophys. 1971. Vol. 9. P. 92—94.

[20] См.: *Ittelson W.H.* Visual space perception. N.Y.: Springer, 1960.

при увеличении зрительного угла. Но это и есть не что иное, как явление константности видимой величины.

Вместе с тем существуют факты, указывающие на то, что инвариантность отношения «видимая величина — видимая удаленность» иногда нарушается. Так, в опытах по оценке величины на разных удаленностях обнаружена тенденция к возрастающей переоценке величины с увеличением физического расстояния до объекта. Из инвариантности отношения видимых величины и удаленности следует, что должна существовать аналогичная тенденция и для оценки удаленности. Однако на самом деле существует обратная тенденция: с удалением отрезки дистанции недооцениваются[21]. Далее, в одних и тех же экспериментальных условиях может встретиться как недооценка видимой величины объекта при переоценке видимой удаленности, так и, наоборот, переоценка видимой величины при недооценке видимой удаленности. И, наконец, в ряде ситуаций факторы, влияющие на один из параметров (величину или удаленность), не влияют на другие[22].

Прочие инвариантные соотношения в восприятии

[Ранее] упоминались инвариантные отношения, связывающие видимую глубину и видимую удаленность:

$$\frac{\Delta\bar{D}}{\bar{D}^2} = k_1\eta \quad \text{и} \quad \frac{\Delta\bar{D}}{\bar{D}} = k_2\eta,$$

где $\Delta\bar{D}$ — видимая относительная удаленность; $\bar{D}$ — видимая абсолютная удаленность; η — диспаратность; k_1, k_2 — коэффициенты пропорциональности.

Там же отмечалось, что для удаленностей до двух метров справедливо первое из этих отношений, для больших удаленностей — второе.

Годжел описал еще одно инвариантное соотношение, которое связывает видимую глубину и видимую величину, с одной стороны, и диспаратность и зрительный угол — с другой[23]:

$$\frac{\Delta\bar{D}}{\bar{S}} = k_1\frac{\eta}{\alpha},$$

где $\Delta\bar{D}$ — видимая относительная удаленность; $\bar{S}$ — видимая величина; η — диспаратность; α — проксимальная величина; k — коэффициент пропорциональности.

[21] См.: *Gilinsky A.A.* Perceived size and distance in visual space // Psychol. Rev. 1951. Vol. 58. P. 460—482.

[22] См.: *Epstein W., Park J., Casey A.* The current status of the size-distance hypothesis // Psychol. Bull. 1961. Vol. 58. P. 491—514.

[23] См.: *Gogel W.C.* The perception of a depth interval with binocular disparity cues // J. Psychol. 1960. Vol. 50. P. 257—269.

Смысл инвариантного соотношения состоит в том, что не только видимая абсолютная удаленность, но и видимая величина может определять видимую глубину.

Иногда перцептивные явления, лежащие в основе инвариантных соотношений, интерпретируют в терминах «шкалирования». Так, говорят, что видимая абсолютная удаленность шкалирует диспаратность. Имеется в виду, что видимая удаленность как бы задает шкалу, масштаб для перевода диспаратности в видимую глубину. Если изменится масштаб, изменится и видимая глубина. В этой терминологии инвариантное соотношение означает, что видимая величина может шкалировать диспаратность с таким же успехом, как и видимая абсолютная удаленность.

Видимая абсолютная удаленность может шкалировать не только сетчаточную величину и диспаратность, но и сетчаточную скорость движения. Было показано, что существует инвариантность отношения видимых скоростей и абсолютной удаленности. Это отношение с точностью до коэффициента пропорциональности равно сетчаточной скорости[24].

Помимо приведенных инвариантных соотношений существует ряд экспериментальных фактов, указывающих на наличие других перцептивных взаимодействий. Так, было показано, что разностные пороги воспринимаемого движения определяются не сетчаточной, а видимой скоростью[25]. Пороги стробоскопического движения определяются скорее не проксимальным пространственным интерстимульным интервалом, а видимым[26]. Более того, наличие проксимального (сетчаточного) смещения в отсутствие видимого смещения вообще не вызывает стробоскопического эффекта[27]. Сила и продолжительность послеэффекта движения (спиральный послеэффект) монотонно возрастают с увеличением видимой удаленности поля, на котором он наблюдается[28].

---

[24] См.: *Rock I., Hill A.L., Fineman V.* Speed constancy as a function of size constancy // Percept. & Psychophys. 1968. Vol. 4. P. 37—40.

[25] См.: *Brown J.F.* The thresholds for visual movement // Psychol. Forsch. 1931. Bd. 14. S. 249—268; *Brown J.F.* The visual perception of velocity // Psychol. Forsch. 1931. Bd. 14. S. 199—232.

[26] См.: *Corbin H.H.* The perception of grouping and apparent movement in visual depth // Arch. Psychol. 1942. Vol. 273. P. 1—50; *Attneave F., Block G.* Apparent movement in tridimensional space // Percept. & Psychophys. 1973. Vol. 13. P. 301—307.

[27] См.: *Rock D., Ebenholtz S.* Stroboscopic movement based ore change of phenomenal location rather than retinal location // Am. J. Psychol. 1962. Vol. 75. P. 193—207.

[28] См.: *Williams M.J., Collins W.E.* Some influence of visual angle and retinal speed on measures of the spiral aftereffects // Perceptual and Motor Skills. 1970. Vol. 30. P. 215—227; *Mehling K.D., Collins W.E., Schroeder D.J.* Some effects of perceived size, retinal size and retinal speed en duration of spiral aftereffect // Perceptual and Motor Skills. 1972. Vol. 34. P. 247—259.

5 *Экспериментальные исследования восприятия пространства, движения и константности восприятия в рамках экологической теории. Понятие зрительной кинестезии*

Дж. Гибсон

[Экологический подход к изучению восприятия пространства, движения и константности восприятия]*

Сравнительный анализ восприятия поверхностей и их отсутствия

Эксперименты с псевдотоннелем

Этот эксперимент проводился с полузамкнутой псевдоповерхностью, имевшей вид цилиндрического тоннеля, рассматриваемого с торца. Называя эту поверхность *оптическим тоннелем*, я хотел подчеркнуть ее нематериальный, невещественный характер — она создавалась с помощью попадающего в глаз света. Можно сказать, что это был не *реальный*, а *виртуальный* тоннель.

Цель эксперимента состояла в том, чтобы обеспечить информацию для восприятия внутренней поверхности цилиндра, не прибегая к обычным источникам такой информации. Теперь я бы назвал такой опыт *оптическим симулированием,* и совершенно неважно, что восприятие было иллюзорным. Я хотел вызвать синтетическое восприятие, поэтому мне нужно было синтезировать информацию. Это был психофизический, а точнее, психооптический эксперимент. Испытуемых, конечно, дурачили, однако это не имеет никакого значения. В оптическом строе не было информации, которая свидетельствовала бы о том, что это *была* оптическая симуляция. Я покажу далее, что такая ситуация встречается крайне редко.

Мы создали оптический строй, зрительный телесный угол которого составлял около 30 угловых градусов. В нем чередовались темные и светлые кольца. Кольца имели четкие края и концентрически вкладывались друг в друга. Количество вложенных колец было разным — от 36 до 7.

---

* *Гибсон Дж.* Экологический подход к зрительному восприятию. М.: Прогресс, 1988. С. 218, 222—226, 231—238, 261—269.

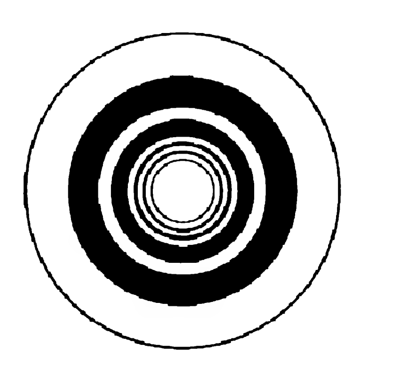
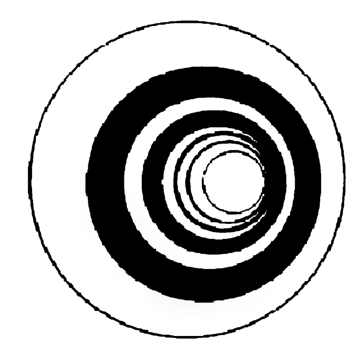



Рис. 1. Оптический строй в опытах с оптическим тоннелем

На рисунке показано девять перепадов яркости в поперечном сечении этого строя, то есть девять переходов световой плотности. Продольное сечение этого строя показано на следующем рисунке. На левом рисунке точка наблюдения расположена на одной линии с центром тоннеля. На правом рисунке точка наблюдения смещена вправо от центра[1]

Таким образом можно было изменять *среднюю плотность* перепадов яркости в оптическом строе. *Градиент* этой плотности также мог варьироваться. Обычно плотность увеличивалась от периферии к центру.

Установка, с помощью которой осуществлялась такая оптическая симуляция, состояла из набора тонких пластиковых листов большого размера, расположенных один за другим. Листы освещались сверху или снизу (освещение было непрямым). В центре каждого листа было сделано отверстие диаметром 1 *фут* [30,4 см. — *Ред.-сост.*]. Кромки отверстий создавали контуры в оптическом строе. Текстура пластика была настолько тонкой, что ее невозможно было увидеть. В серии основных опытов черные и белые пластиковые листы строго чередовались, а для контрольного опыта использовались только белые или только черные листы. Наблюдатель находился в кабине и смотрел в отверстие. Предпринимались специальные меры предосторожности, с тем чтобы у него не возникало никаких предварительных гипотез о том, что он должен увидеть.

Основной результат состоял в следующем. Когда в опыте использовались только белые или только черные листы, наблюдатели не видели ничего. Увиденное в первом отверстии испытуемые описывали как туман, дымку, темную или светлую пленку без явно выраженной глубины. Когда опыт проводился с 36 чередующимися темными и светлыми кольцами, все испытуемые видели непрерывную полосатую цилиндрическую поверхность, то есть объемный тоннель. Не было видно никаких кромок, и «через весь этот тоннель можно было прокатить шар».

[1] См.: *Gibson J.J., Purdy J., Lawrence L.* A Method of Controlling Stimulation for the Study of Space Perception: The Optical Tunnel // Journal of Experimental Psychology, 1955. Vol. 50. P. 1—14. Copyright 1955 by the American Psychological Association. Reprinted by permission.

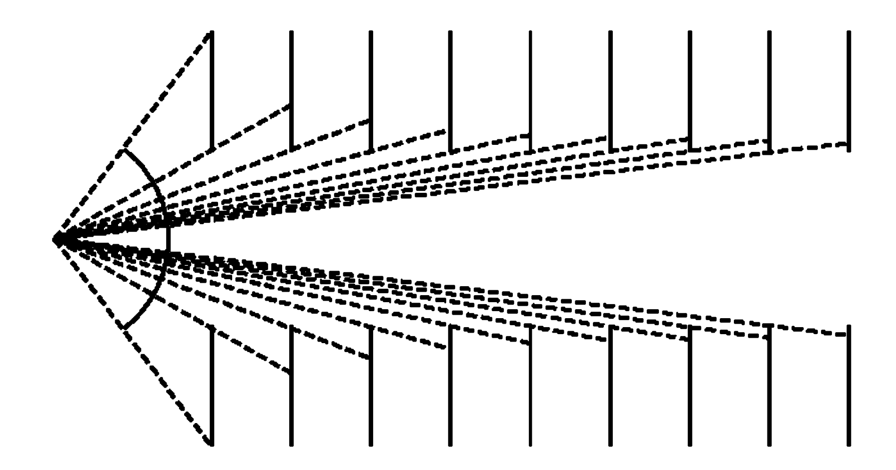


Рис. 2. Продольное сечение оптического тоннеля, изображенного на рис. 1
На рисунке показана последовательность из девяти чередующихся черных и белых пластиковых листов. В центре листов сделаны отверстия с четкими краями. Ясно видно увеличение плотности перепадов яркости от периферии к центру строя[2]

При использовании 19 колец две трети испытуемых видели объемный тоннель. При 13 кольцах объемный тоннель видела только половина испытуемых, а при 7 кольцах — одна треть. Остальные испытуемые во всех этих случаях говорили, что они видят либо участки поверхности, отделенные друг от друга промежутками воздушного пространства, либо ряд округлых кромок, то есть то, что и было на самом деле. При уменьшении числа колец в восприятии постепенно утрачивались вещественность и непрерывность. Оказалось, что решающим фактором является близость расположения контуров. *Поверхностность* зависит от средней плотности контуров в оптическом строе.

Что можно сказать о цилиндрических очертаниях поверхности, то есть о компоновке уходящего вдаль тоннеля? Эти очертания можно принципиально изменить, например, превратить тоннель в плоскую поверхность наподобие мишени для стрельбы из лука, изменив расположение пластинок так, как показано на рис. 3, то есть устранив в оптическом строе градиент увеличения близости от периферии к центру, делая тем самым эту близость равномерной. Но даже в этом случае поверхность, похожая на мишень, будет восприниматься вместо тоннеля лишь тогда, когда испытуемый будет смотреть только одним глазом, удерживая голову в неподвижном состоянии, то есть когда оптический строй будет застывшим и одиночным. Если же испытуемый будет вертеть головой или смотреть двумя глазами, то он опять увидит очертания тоннеля. Застывший оптический строй задает плоскую мишень, а двойной или преобразующийся строй — уходящий вдаль тоннель. Это лишь один из многих опытов, в которых восприятие при монокулярном фиксированном зрении является необычным. <...>

---

[2] Там же.

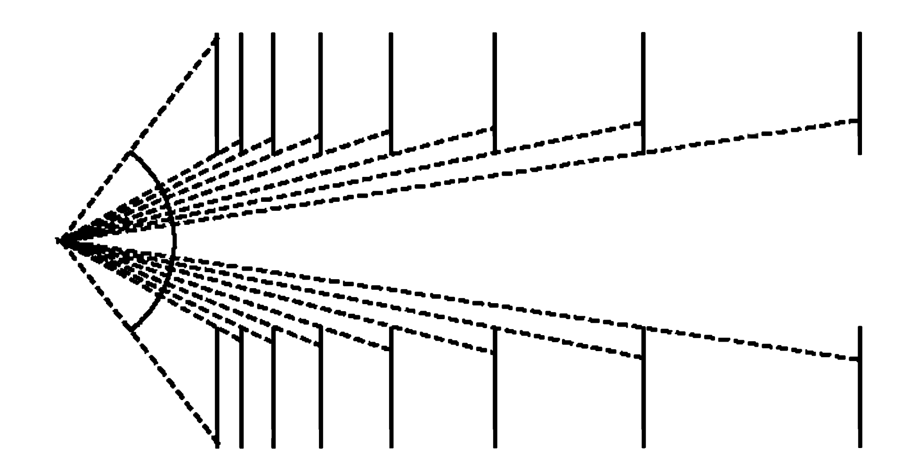


Рис. 3. Устройство, обеспечивающее строй с постоянной плотностью перепадов от периферии к центру

На рисунке показаны только первые семь отверстий. Фиксировав голову и закрыв один глаз, наблюдатель увидит не тоннель, а плоскую поверхность с концентрическими кругами, что-то похожее на мишень для стрельбы из лука[3]

Эксперимент с псевдотоннелями показывает также, что восприятие поверхности как таковой, по-видимому, с неизбежностью влечет за собой восприятие ее компоновки. В одном случае воспринимается вертикальная компоновка стены, в другом — наклонная компоновка тоннеля. Традиционное же различение двухмерного и трехмерного зрения является мифом.

Эксперименты, в которых фоновой поверхностью служила поверхность земли

В традиционных исследованиях, посвященных восприятию пространства и признаков глубины, экспериментаторы обычно выбирали в качестве фоновой поверхности фронто-параллельную плоскость, т.е. поверхность, обращенную к наблюдателю: стену, экран или лист бумаги. Форма сетчаточного изображения любой фигуры на такой плоскости подобна форме самой этой фигуры, а протяженность в этой плоскости может рассматриваться как простое ощущение. Это следует из оптики сетчаточного изображения. Напротив, исследователи восприятия окружающего мира, исходившие из законов экологической оптики и экспериментировавшие не с формами, а с поверхностями, использовали в своих опытах в качестве фоновой *земную* поверхность. Отказавшись от изучения

---

[3] См.: *Gibson J. J, Purdy J., Lawrence L.* A Method of Controlling Stimulation for the Study of Space Perception: The Optical Tunnel // Journal of Experimental Psychology, 1955. Vol. 50. P. 1—14. Copyright 1955 by the American Psychological Association. Reprinted by permission.

расстояния в воздухе, они принялись изучать удаленность на земной поверхности. Расстояние как таковое нельзя видеть непосредственно, его можно только высчитать, или к нему можно прийти путем умозаключений. Удаленность на земной поверхности можно видеть непосредственно.

Восприятие расстояния и размера на земной поверхности

Несмотря на то, что линейная перспектива была известна живописцам еще со времен эпохи Возрождения, а кажущееся схождение параллельных рядов деревьев обсуждалось, начиная с XVIII в., восприятие естественно текстурированной земной поверхности никем никогда не изучалось. Казалось очевидным, что линейная перспектива является признаком расстояния, но никому не приходило в голову, что такую же роль могут играть и градиенты близости или плотности текстуры земной поверхности. У Э. Боринга есть описание старых экспериментов с искусственными аллеями[4]. Эксперимент же с естественно текстурированным полем на открытом воздухе был впервые проведен, пожалуй, только в конце второй мировой войны[5]. Опыты проводились на поле, которое простиралось почти до самого горизонта и было тщательно перепахано, так что на нем не было видно никаких борозд. В этом необычном по тем временам эксперименте требовалось оценить высоту вех, расставленных по полю на расстоянии до полумили. При таком расстоянии оптические размеры элементов текстуры и оптические размеры самих вех были чрезвычайно малы.

В то время ни у кого не возникало сомнений в том, что при удалении параллельные линии кажутся сходящимися, а объекты «на расстоянии» — маленькими. Безусловно, тенденция к постоянству размера объекта имела место, однако такая «константность размера» никогда не была полной. Считалось, что константность размера должна «нарушаться», поскольку для любого объекта, в конце концов, найдется такое расстояние, начиная с которого он вообще перестает быть *видимым*. Вероятно, такое кажущееся исчезновение объекта является результатом того, что по мере удаления его видимый размер становится все меньше и меньше[6]. Однако те оценки размера, которые давали наивные испытуемые в эксперименте с вехами на открытом воздухе, *не* уменьшались даже тогда, когда вехи находились в десяти минутах ходьбы (с такого расстояния их едва-едва можно было разглядеть). С увеличением расстояния увеличивался *разброс* оценок, но сами оценки не уменьшались. Константность размера не

---

[4] См.: *Boring E.G.* Sensation and perception in the history of experimental psychology. N.Y.: Appleton-Century-Crofts, 1942.

[5] См.: *Gibson J.J.* Motion picture testing and research. AAF Aviation Psychology Research Report № 7. Washington: Government Printing Office, 1947.

[6] См.: *Gibson J.J.* The perception of the visual world. Boston: Houghton Mifflin, 1950. P. 183.

нарушалась. Размер объекта с расстоянием не уменьшался, а лишь становился менее *определенным*.

В этих опытах было показано (и в этом заключается, как я теперь считаю, их главное значение), что наблюдатели неосознанно извлекают определенное инвариантное отношение, а размер сетчаточного изображения не играет никакой роли. Независимо от того, насколько далеко находится объект, он пересекает или заслоняет одно и то же число текстурных элементов земли. Это число является инвариантным отношением. На каком бы расстоянии ни находилась веха, отношение, в котором ее делит горизонт, также является инвариантным. Это еще одно инвариантное отношение. Эти инварианты — не признаки, а информация для прямого восприятия размера. В описываемом эксперименте испытуемыми были авиаторы-стажеры, которых не интересовал перспективный вид местности и объектов. Они могли не обращать внимания на мешанину из цветов в зрительном поле, которая в течение долгого времени приводила в восхищение художников и психологов. Они стремились извлечь информацию, которая позволила бы им сравнить размеры вех, одна из которых находилась подле наблюдателя, а другая была удалена на какое-то расстояние.

Оказалось, что восприятие размера объекта, находящегося на земле, и восприятие расстояния до него отличаются от восприятия размера объекта, находящегося в небе, и восприятия расстояния до него. В последнем случае нет никаких инвариантов. Истребитель, находящийся на высоте одной мили, и бомбардировщик, находящийся на высоте двух миль, могут иметь похожие силуэты. Воздушных корректировщиков учили оценивать высоту самолета по его очертаниям. Их учили запоминать, какой размах крыла соответствует тому или иному типу очертаний, а затем с помощью логических рассуждений определять расстояние по известному угловому размеру. Однако добиться безошибочного распознавания так и не удалось. Такого рода знания, получаемые с помощью логического вывода, нетипичны для обычного восприятия. Гельмгольц назвал их «бессознательными» умозаключениями (в буквальном смысле этого слова), однако я отношусь к этому термину скептически.

Сравнение отрезков расстояния на земной поверхности

Размер объекта, лежащего на земле, принципиально ничем не отличается от размера объектов, из которых состоит сама земля. Ландшафт составляют комки почвы, камни, галька, листья, трава. Для этих встроенных друг в друга объектов константность размера может иметь место в той же мере, что и для обычных объектов. В серии описываемых ниже опытов с восприятием земной поверхности было устранено само различие между размером и расстоянием. Нужно было сравнивать не вехи и не объекты, а *отрезки* расстояния на самой земле — рас-

стояния между маркерами, устанавливавшимися экспериментатором. В этом случае расстояние между *здесь* и *там* можно было сравнивать с расстоянием между *там* и *там*. Эти эксперименты в открытом поле проводила Элеонора Дж. Гибсон[7].

Маркеры можно было установить в любом месте ровного травяного поля и передвигать на любое расстояние в пределах 350 *ярдов*. В наиболее интересном опыте из этой серии от испытуемого требовалось разделить пополам расстояние от себя до маркера или расстояние от одного маркера до другого[8]. Испытуемый должен был остановить тележку с маркером ровно на полпути от одного конца отрезка до другого. В лаборатории способность испытуемого делить длину отрезка пополам проверяют с помощью регулируемого стержня, называемого рейкой Гальтона, а не с помощью участка земли, на котором он стоит.

Все наблюдатели были в состоянии без каких бы то ни было затруднений достаточно точно разделить расстояние пополам. В результате деления дальний отрезок расстояния оказывался приблизительно равным ближнему, несмотря на то, что их зрительные углы были неравными. Дальний зрительный угол был меньше ближнего, а его поверхность, если допустить терминологическую вольность, была перспективно искажена. Однако никаких систематических ошибок не было. Отрезок расстояния между *здесь* и *там* мог быть приравнен к отрезку расстояния между *там* и *там*. Следует сделать вывод, что наблюдатели обращали внимание не на зрительные углы, а на информацию. Сами того не подозревая, они обнаружили способность определять *количество текстуры* в зрительном угле. Количество пучков травы в дальней половине отрезка было в точности таким же, как в ближней половине. Оптическая текстура действительно становится более плотной и более сжатой в вертикальном направлении по мере удаления поверхности земли от наблюдателя, но правило *равного количества текстуры на равновеликих участках местности* остается неизменным.

Это очень сильный инвариант. Он действует для любого параметра местности — как для ширины, так и для глубины. На самом деле он действует для любой регулярно текстурированной поверхности, какой бы она ни была, т.е. для любой поверхности, состоящей из одного и того же вещества. Он действует и для стены, и для потолка, и для пола. Говорить, что поверхность регулярно текстурирована, — значит утверждать лишь то, что частички вещества приблизительно равномерно распределены в пространстве. Их распределение совсем

---

[7] См.: *Gibson E.J., Bergman R.* The effect of training on absolute estimation of distance over the ground // Journal of Experimental Psychology. 1954. Vol. 48. P. 473—482; *Gibson E.J., BergmanR., Purdy J.* The effect of prior training with a scale of distance on absolute and relative judgments of distance over ground // Journal of Experimental Psychology. 1955. Vol. 50. P. 97—105; *Purdy J., Gibson E.J.* Distance judgement by the method of fractionation // Journal of Experimental Psychology. 1955. Vol. 50. P. 374—380.

[8] См.: *Purdy J., Gibson E.J.* Distance judgement by the method of fractionation // Journal of Experimental Psychology. 1955. Vol. 50. P. 374—380.

не обязательно должно быть полностью регулярным наподобие распределения атомов в кристаллической решетке. Достаточно, чтобы оно было «стохастически» регулярным.

Из описанного эксперимента с делением отрезков расстояния на земной поверхности следуют глубокие и далеко идущие выводы. В мире есть не только расстояния *отсюда* (в моем мире), но и расстояния *оттуда* (в мире другого человека). По-видимому, эти интервалы удивительным образом эквивалентны друг другу.

Правило равного количества текстуры на равновеликих участках местности предполагает, что и размер, и расстояние воспринимаются непосредственно. Старая теория, согласно которой при восприятии размера какого-нибудь объекта *учитывается* и расстояние до него, оказывается ненужной. Допущение о том, что признаки расстояния *компенсируют* ощущение малости сетчаточного изображения, потеряло свою убедительность. Заметьте, что извлечение *количества текстуры* в зрительном телесном угле оптического строя не является пересчетом единиц, т.е. измерением с помощью произвольных единиц. В одном из опытов этой серии, проведенном в открытом поле, испытуемых просили оценить расстояние в ярдах, т.е. произвести так называемую абсолютную оценку. После некоторой тренировки испытуемые делали это достаточно хорошо[9], однако было ясно, что прежде, чем научиться присваивать расстояниям числа, они должны были научиться *видеть* эти расстояния.<...>

Некоторые сведения о земле и о горизонте

Если ровная местность открыта, то в объемлющем оптическом строе есть горизонт. Это большая окружность между верхней и нижней полусферами, отделяющая небо от земли. Но так будет только в идеальном случае. Как правило, на местности есть холмы, деревья, стены, т.е. вертикальные поверхности, которые заслоняют дальние участки земной поверхности. Но даже в замкнутом окружении должна быть опорная поверхность (например, текстурированный пол). Прямо внизу, там, где находятся ноги, грубость оптической текстуры максимальна, и по мере удаления от этого места ее плотность возрастает. Чем обширнее пол, тем больше эти радиальные градиенты, возникающие в результате проецирования опорной поверхности. Плотность текстуры никогда не бывает бесконечно большой. Такое могло бы быть, если бы горизонт был на бесконечно большом расстоянии от наблюдателя. Только в этом предельном случае оптическая структура строя была бы полностью сжата. Но даже когда мы находимся в укрытии, градиенты плотности задают, где будет находиться горизонт, если

---

[9] См.: *Gibson E.J., Bergman R.* The effect of training on absolute estimation of distance over the ground // Journal of Experimental Psychology. 1954. 48. P. 473—482; *Gibson E.J., Bergman R., Purdy J.* The effect of prior training with a scale of distance on absolute and relative judgments of distance over ground // Journal of Experimental Psychology. 1955. 50. P. 97—105.

выйти наружу. Иными словами, неявный горизонт существует даже в том случае, когда естественный горизонт, отделяющий небо от земли, скрыт.

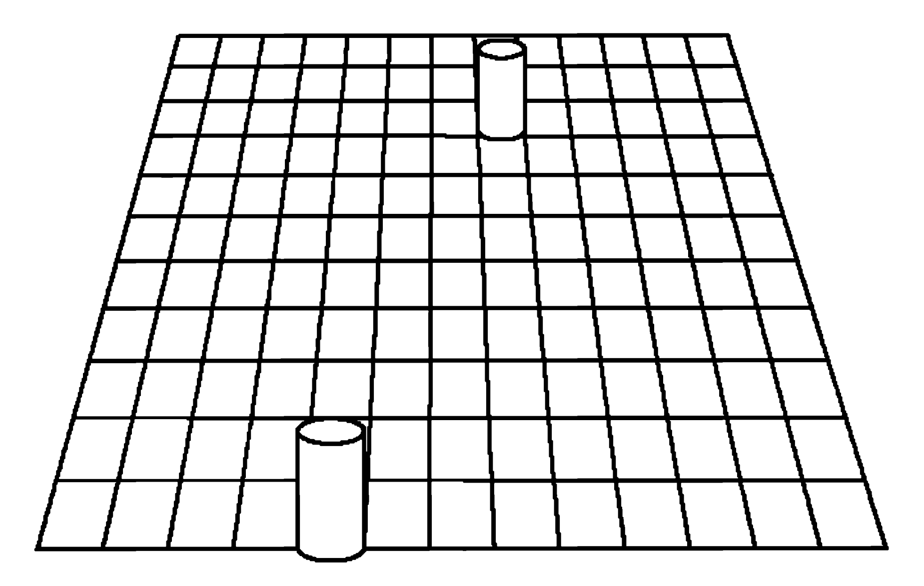


Рис. 4. Оба столбика своими основаниями закрывают равное количество текстуры.

Ширина каждого столбика равна ширине кафельной плитки. Если эта информация извлечена, то наблюдатель будет видеть столбики равными по ширине. Высота каждого столбика задается аналогичным инвариантом — «горизонтным отношением», о котором речь пойдет позже

Понятие *точки схода* появилось в теории плоских изображений; оно связано с искусственной перспективой и схождением параллельных линий. Понятие *предела сжатия*[10] оптической текстуры у горизонта появилось в теории объемлющего оптического строя; оно связано с естественной перспективой и отражает факт экологической оптики. Эти два вида перспективы не нужно смешивать, хотя между ними много общего <...>.

Итак, земной горизонт представляет собой инвариантное свойство зрения в земных условиях; он является инвариантом любого объемлющего строя, для любой точки наблюдения. Горизонт никогда не движется. Он остается неподвижным даже в том случае, когда все остальные структуры светового строя изменяются. Этот большой неподвижный круг, в сущности, является системой отсчета для всех оптических движений. Он не субъективен и не объективен. В нем нашла свое выражение *реципрокность* наблюдателя и окружения; это инвариант *экологической* оптики.

Только в том случае, когда местность открыта (например, в открытом море), горизонт совпадает с границей небосвода. Если на местности есть горы и холмы,

[10] Здесь Гибсон противопоставляет термины *vanishing point* (*точка схода*) и *vanishing limit* (*предел сжатия*).

линия, отделяющая небо от земли, не совпадает с истинным горизонтом. Горизонт перпендикулярен силе тяжести, направление которой совпадает с осью, соединяющей центры обеих полусфер объемлющего строя; короче говоря, горизонт горизонтален. Все остальные объекты, края и компоновки окружающего мира оцениваются относительно этого инварианта как *прямые* или *наклонные*. В сущности, наблюдатель и *свое собственное* положение воспринимает как *прямое* или *наклонное* относительно этого инварианта. <...>

В традиционной оптике о земном горизонте почти ничего не говорится. Единственное эмпирическое исследование на эту тему было проведено с позиций экологической оптики[11]. Седжвик показал, каким важным источником инвариантной информации для восприятия различного рода объектов является горизонт. Так, например, горизонт рассекает все находящиеся на земле объекты одинаковой высоты в одном и том же отношении вне зависимости от их угловых размеров. Это простейшая форма «горизонтного отношения». Любые два дерева или столба, которые горизонт делит пополам, имеют одну и ту же высоту, равную удвоенной высоте расположения глаз наблюдателя. Более сложные отношения задают более сложные компоновки. Седжвик показал, что оценка размера объекта, изображенного на картине, определяется этими же отношениями.

Восприятие того, что можно было бы назвать *уровнем взора* на стенах, на окнах, на деревьях, на столбах и на прочих объектах окружающего мира, представляет собой другой случай взаимодополнительности ви́дения компоновки окружающего мира и видения самого себя в окружающем мире. По отношению к земной обстановке горизонт находится на уровне взора. Но это уровень моего взора, и, когда я встаю или сажусь, он поднимается или опускается. Если я хочу поднять уровень моего взора — горизонт — над тем, что загромождает окружающий мир, я должен забраться на более высокое место. Восприятие того, что *здесь,* и восприятие того, что *бесконечно удалено отсюда,* взаимосвязаны. <...>

Совосприятие своих собственных движений

До сих пор мы имели дело с восприятием движения во внешнем мире. Теперь мы переходим к проблеме осознания наблюдателем *своих собственных* движений во внешнем мире, т.е. к осознанию *локомоции*.

Открытие зрительной кинестезии

В 40-х годах нынешнего столетия многих курсантов пришлось учить летать на военных самолетах, и значительное их число разбивалось. Представлялось разумным выяснить предварительно, а может ли курсант вообще видеть то, что

[11] См.: *Sedgwick H.A.* The visible horizon: Doctoral dissertation, Cornell University Library, 1973.

необходимо видеть для безаварийной посадки самолета. В частности, он должен видеть точку приземления, вернее, направление, в котором нужно было планировать. Был разработан тест, в ходе которого испытуемый должен был снять серию кадров с помощью кинокамеры, движущейся по направлению к модели железной дороги[12]. Затем он должен был сказать, в какую из четырех отмеченных на рельсах точек *(А, В, С* или *D*) он прицелился. Тест на «оценку приземления» положил начало исследованиям, которые продолжались в течение многих лет.

Оказалось, что точка, в которую направлена любая локомоция, является центром центробежного потока объемлющего оптического строя. Какой бы объект ни оказался в такой точке, это будет объект, к которому вы приближаетесь. Это точное утверждение. Но поскольку в 1947 г. я еще не владел понятием объемлющего оптического строя и оперировал только понятием сетчаточного изображения, то вначале я пытался формулировать утверждения относительно потока в терминах сетчаточного движения и градиентов сетчаточной скорости. Такие утверждения не могли быть точными и вели к противоречиям. Утверждения оставались неточными, до тех пор пока не был сформулирован закон, согласно которому в целостном строе движущейся точки наблюдения есть два фокуса — центробежного и центростремительного радиальных потоков[13].

Авторы статьи 1955 г. дали математическое описание «динамической перспективы» в оптическом строе. Это описание годится для любой локомоции независимо от того, как она направлена относительно плоской поверхности земли. Любой оптический поток исчезает у горизонта, а также в двух центрах, которые задают *движение к чему-то* и *движение от чего-то*. Динамическая перспектива — это нечто большее, нежели «зрительный признак», именуемый параллаксом движения. По определению Гельмгольца, параллакс движения — это не более чем «правило логического вывода» о расстоянии до объекта. В любом случае это правило не работает для объектов, лежащих на линии движения. Динамическая перспектива относится не к «кажущемуся» движению объектов, а к компоновке поверхности земли. Она «говорит» наблюдателю не только о земле, но и о нем самом, т.е. о факте его локомоции и о ее направлении. Фокус центробежного потока (или центр оптического расширения) — это не сенсорный признак, а оптический инвариант, неизменное среди изменчивого. Фокус — это нечто лишенное формы и остающееся тем же самым для структуры любого рода — для травы, для деревьев, для стены и для поверхности облака.

На основе этих инвариантов курсанты-летчики видят, куда они летят, и делают это по мере тренировки все лучше и лучше. Водители автомобилей видят, куда они едут, если они достаточно внимательны. Кинозрители видят, куда

---

[12] См.: *Gibson J.J.* Motion picture testing and research. AAF Aviation Psychology Research Report № 7. Washington: Government Printing Office, 1947. Vol. 9.

[13] См.: *Gibson J.J., Olum P., Rosenblatt F.* Parallax and perspective during aircraft landings // American Journal of Psychology. 1955. Vol. 68. P. 372—385.

они направляются в том окружении, которое представлено на экране. Пчела, садящаяся на лепесток цветка, должна видеть, куда она садится. И все они в то же время видят *компоновку окружающего мира, в котором они куда-то направляются*. Этот факт имеет важнейшее значение для психологии, так как трудно понять, как может последовательность сигналов, проходящих по зрительному нерву, объяснить это. Как могут сигналы иметь сразу два значения: субъективное и объективное? Как могут сигналы обеспечивать впечатления о внешнем мире и впечатления о собственных движениях в одно и то же время? Как могут ощущения зрительного движения превратиться в стационарный окружающий мир и движущееся *Я*? Учение о специфических чувствах и теория сенсорных каналов вызывают серьезные возражения. Работа воспринимающей системы должна состоять из извлечения инвариантов. Экстероцепция и проприоцепция должны быть взаимодополнительными.

Это открытие можно излагать по-разному, хотя при этом придется придавать старым словам новые значения, поскольку старое учение противоречиво. Я считаю, что зрение *кинестетично* в том смысле, что оно регистрирует движение тела точно так же, как это делает система «мышца—сустав—кожа» или вестибулярная система. Зрение схватывает и движение всего тела относительно земли, и движение отдельных членов относительно тела. Зрительная кинестезия действует наряду с мышечной. Учение, согласно которому зрение экстероцептивно и получает только «внешнюю информацию», попросту неверно. Зрение получает информацию *как* об окружающем мире, *так* и о самом наблюдателе. В сущности, так работает любой орган чувств, если его рассматривать как воспринимающую систему[14].

Конечно, если придерживаться точного значения слов, то зрение не только кинестетично, но и *статично* в том смысле, что оно фиксирует *неподвижность* тела и его членов. Но так как неподвижность — это лишь предельный случай движения, то термин *кинестезия* будет применим в обоих случаях. Суть дела заключается в том, что текучий и остановившийся оптический строй задают соответственно наблюдателя во время локомоции и наблюдателя в покое относительно фиксированного окружения. Движение и покой представляют собой фактически то, что наблюдатель воспринимает посредством текучего и нетекучего строя.

Оптическая динамическая перспектива отличается от зрительной кинестезии. *Динамическая перспектива* представляет собой абстрактный способ описания информации в объемлющем строе при движущейся точке наблюдения. Если информация извлекается, то наряду со зрительным восприятием компоновки имеет место и зрительная кинестезия. Однако динамическую перспективу в объемлющем строе можно выделять даже тогда, когда точка наблюдения никем не занята. С другой стороны, в зрительной кинестезии представлены и нос, и тело

[14] См.: *Gibson J.J.* The senses considered as perceptual systems. Boston: Houghton Mifflin, 1966.

наблюдателя. Есть информация для совместного восприятия и самого себя, и компоновки.

Еще нужно упомянуть вот о чем. Очень важно не смешивать зрительную кинестезию со зрительной *обратной связью*. Этот термин широко распространен в современной психологии и физиологии, однако смысл его не вполне понятен. Обратная связь появляется там, где есть произвольные движения, возникающие при целенаправленной деятельности. Если движение вызывает команда из мозга, за эфферентными импульсами в моторных нервах следуют афферентные импульсы в сенсорных нервах, которые в действительности являются реафферентными, т.е. импульсами, которые *возвращаются обратно в* мозг. Обратная связь, следовательно, сопутствует активному движению. Однако активность присуща не всем движениям, некоторые движения пассивны. Свободный полет птицы или передвижение человека в автомобиле может служить примером пассивных движений. Зрительная кинестезия остается одной и той же как в случае пассивных, так и в случае активных движений, а зрительная обратная связь при пассивных движениях отсутствует. Вопрос об *информации* для движения не следует путать с проблемой *управления* этим движением — это другая проблема. Зрительная кинестезия имеет большое значение для управления локомоцией, однако это нечто совсем другое. Нам действительно часто нужно видеть, как мы движемся, для того чтобы решить, как нам двигаться дальше. Но все же вопросом номер один является вопрос о том, как мы видим то, что мы действительно движемся.

Существующее смешение кинестезии с обратной связью позволяет объяснить, почему зрительная кинестезия не признается в качестве психологического факта. Однако то, что она *является* фактом, показывают следующие эксперименты, в которых создавалось впечатление пассивного движения.

Эксперименты со зрительной кинестезией

До сих пор значительная часть данных относительно вызванных *Эго*-движений была получена с помощью кино, тренажеров или парковых аттракционов. С помощью кино можно в той или иной степени воспроизвести поток оптического строя вдоль траектории полета[15]. Наблюдатель будет видеть себя движущимся вниз по направлению к псевдоаэродрому в такой же, однако, степени, в какой он осознает себя сидящим в комнате и смотрящим на экран. На экране синерамы[16] виртуальное окно может выхватывать из объемлющего строя приблизительно 160 угловых градусов (вместо 20 или 30 угловых градусов в обычном кино). В результате может возникнуть очень впечатляющая и, кстати говоря,

[15] См.: *Gibson J.J.* Motion picture testing and research // AAF Aviation Psychology Research Report № 7. Washington: Government Printing Office, 1947.

[16] Синерама — разновидность широкоформатного кино. — *Ред. источника.*

достаточно дискомфортная иллюзия движения. Мы использовали тренажер с панорамным изогнутым экраном, размер которого по периметру составлял 200 угловых градусов; так, например, один из таких тренажеров симулировал полет на вертолете, и впечатления взлета, полета, крена и приземления были настолько яркими, что иллюзия реальности была почти полной, хотя тело наблюдателя ни на мгновение не отрывалось от пола. Кроме того, предпринимались попытки симулировать процесс вождения автомобиля.

Такая симуляция оптической информации позволяла воочию убедиться в существовании законов естественной угловой перспективы и динамической перспективы. Виртуальный мир (компоновка земли и объектов) казался неподвижным и жестким. Двигался только наблюдатель. Однако если в проекционной системе или системе линз, с помощью которых симулировалась информация, имелись дефекты, то возникало впечатление, будто компоновка сжимается или растягивается, как резиновая. Со временем впечатление нежесткости окружения не только не исчезало, но даже начинало вызывать тошноту.

Законы динамической перспективы для полета над землей можно ввести в компьютер и с его помощью создать на экране телевизора показ любого желаемого маневра. Но все такие эксперименты, если их можно называть экспериментами, выполнялись по контрактам с авиационной промышленностью, а не ради чистой науки о восприятии, и отчеты о них можно найти только в специальной технической литературе.

Быть может, читатель замечал, что съемка кинофильма с помощью *передвижной камеры* дает возможность зрителю почувствовать себя очевидцем происходящих событий, который неотступно следует за актером, повторяя его путь. В этом случае сцены и персонажи удаются более живо, нежели при съемках стационарной камерой. Съемку передвижной камерой следует отличать от *панорамирования,* где имитируется не локомоция, а *поворачивание головы,* а зритель как бы остается в одной и той же точке наблюдения.

Эксперимент с летающей комнатой

Для изучения зрительной кинестезии во время движения недавно была сконструирована лабораторная установка, с помощью которой можно было отделить зрительную кинестезию от кинестезии системы «мышца-сустав-кожа» и вестибулярной системы[17]. С помощью движущейся комнаты создавался поток объемлющего строя. У этой комнаты были и стены, и потолок, и в то же время она могла парить в воздухе, поскольку у нее не было пола — она была подвешена за углы на большой высоте так, что почти касалась настоящего пола. Трудно удержаться от соблазна и не назвать ее «невидимо движущейся комнатой», поскольку, кроме пола, никакой другой информации о движении комнаты отно-

[17] См.: *Lishman J.R., Lee D.N.* The autonomy of visual kinesthesis // Perception. 1973. Vol. 2. P. 287—294.

сительно земли не было. Такая комната представляет собой псевдоокружающий мир. Если наблюдателя лишить возможности видеть пол и ощущать контакт с опорной поверхностью, у него возникает полная иллюзия того, что он движется по комнате вперед или назад. Лишман и Ли добивались этого, ставя своих испытуемых на тележку[18].

Вращения тела: качания, наклоны, повороты

Кроме прямолинейных локомоций, возможны еще и вращательные движения тела, которые могут происходить вдоль поперечной, переднезадней и вертикальной оси. Одним из компонентов того движения, которое совершает ребенок, качающийся на качелях, является поворот вдоль поперечной оси. Такой поворот совершают при выполнении сальто. Наклоны из стороны в сторону представляют собой вращение вдоль переднезадней оси. Движение, которое совершает человек, поворачиваясь во вращающемся кресле, и поворот головы являются вращением вдоль вертикальной оси. С помощью «невидимо движущейся комнаты» можно вызвать чисто зрительную кинестезию любого из этих вращений. Для этого наблюдателя нужно поместить в комнату так, чтобы он не видел поверхности, на которой он стоит, и вращать комнату соответствующим образом.

Парковый аттракцион под названием «Любимые качели» пользуется большой популярностью. Пара входит в комнату, которая выглядит вполне обычно, и садится на качели, свисающие с перекладины. Затем комната (не сиденье!) начинает раскачиваться на этой перекладине. Когда, в конце концов, комната совершает полный оборот, те, кто в ней находится, чувствуют, что их поставили на голову. Что за ощущение! Нужно отметить, что иллюзия исчезает, если закрыть глаза, — чего и следовало ожидать, поскольку иллюзию вызывает зрительная кинестезия. Подробное описание переживания, которым сопровождается эта иллюзия, а также самое первое упоминание о ней даны у Гибсона и Маурера[19].

Можно сделать и так, чтобы комната наклонялась вдоль переднезадней оси. За последние два десятилетия подобного рода комнаты были созданы во многих лабораториях: описанию проведенных с их помощью опытов посвящено большое количество литературы[20]. Когда такая комната невидимо вращается, испытуемому кажется, будто кресло вместе с его телом поворачивается, а комната остается неподвижной. У части испытуемых переживаемый наклон тела обычно частично сохраняется даже после того, как комната останавливается. Такая зависимость ощущений собственного *положения* от данных зрительных и

---

[18] См.: *Lee D.N.* Visual information during locomotion // Perception: Essays in honor of J.J. Gibson / R.B. Macleod, H.L. Pick (Eds.). Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1974.

[19] См.: *Gibson J.J., Mowrer O.H.* Determinants of the perceived vertical and horizontal // Psychological Review. 1938. Vol. 45. P. 300—323.

[20] См.: *Witkin H.* Perception of body position and the position of the visual field // Psychological Monographs. 1949. Vol. 63. № 302.

телесных органов чувств представляет большой интерес для экспериментаторов. Рассуждения на эту тему в терминах ощущений неубедительны. Обсуждение проблем, связанных с «феноменальной вертикалью», в терминах стимулов и признаков дано в одной из моих прежних работ[21].

И наконец, можно создать экспериментальную комнату, вращающуюся вокруг вертикальной оси. Такая установка, которой располагают многие лаборатории, известна под названием оптокинетического барабана. Как правило, предназначение этого устройства видят в том, чтобы изучать движения глаз у животных, однако его можно приспособить и для изучения зрительной кинестезии человека-наблюдателя. Текстурированное укрытие (чаще всего это цилиндр с вертикальными полосами) вращают вокруг животного. В результате глаз и голова как единая система совершают те же компенсаторные движения, которые совершались бы при вращении самого животного. Его и в самом деле вращают, но не механически, а оптически. Люди, участвующие в таких опытах, говорят, что они ощущают себя поворачивающимися. Однако без настоящей опорной поверхности не обойтись. В своих опытах я обнаружил, что для возникновения этой иллюзии необходимо, чтобы испытуемый не видел пола под ногами или не обращал на него внимания. Если твердо встать на ноги или хотя бы попытаться сделать это, возникает осознание того, что вне комнаты существует скрытое от взора окружение.

То, что извлекается в каждом из трех случаев (при качании, наклоне и повороте), не может быть ничем иным, кроме отношения между объемлющим строем, задающим внешний мир, и краями поля зрения, задающими *Я*. Как уже отмечалось, верхние и нижние края поля зрения *скользят* по объемлющему строю при качании; при наклоне поле зрения *крутится* в строе: при поворачивании боковые выступы поля *скользят* поперек строя. Эти три вида информации были описаны [ранее].

Следует отметить, что при любом из трех видов вращения тела нет ни динамической перспективы, ни течения объемлющего строя, так как вращения не сопровождаются локомоцией. Информация для восприятия компоновки оказывается минимальной.

В любом из трех случаев было бы просто бессмысленно говорить о том, что окружение вращается относительно наблюдателя (а не тело вращается относительно окружающего мира). Окружающий мир, *(постоянный* окружающий мир) — это то, *по отношению к чему* движутся объекты, животные, деформируются поверхности. Изменения нельзя задать, если не существует чего-то неизменного, лежащего в их основе. К вращению тела не применим принцип относительности движения.

---

[21] См.: *Gibson J.J.* The relation between visual and postural determinants of the phenomenal vertical // Psychological Review. 1952. Vol. 59. P. 370—375.

6 *Предметность восприятия. Виды оптических искажений. Исследования перцептивной адаптации к инвертированному зрению. Феномены псевдоскопического восприятия: их описание и объяснение. Правило правдоподобия. Создание искусственных органов чувств и формирование у слепых «кожного зрения»*

Р. Грегори

[Исследования восприятия в условиях оптических искажений]*

С целью подробнее рассмотреть проблему перцептивного научения мы должны обратиться к совершенно иным доказательствам, более опосредствованным, а именно: к вопросу о том, насколько хорошо может взрослый человек адаптироваться к причудливым изменениям своего зрительного мира.

До Кеплера было принято думать, что сетчаточные изображения перевернуты, так как лучи света преломляются в хрусталике. Леонардо считал, что свет должен пересекаться внутри глаза в двух местах (в зрачке и стекловидном теле), чтобы получилось правильное перевернутое изображение. Вероятно, Леонардо предполагал, что из-за перевернутого вверх ногами изображения и мир должен казаться нам перевернутым. Но так ли это?

Эта проблема подробно рассматривалась Гельмгольцем, который доказывал, что несущественно, какого рода изображения дают систематическую информацию о внешнем мире объектов, так как они известны нам благодаря осязанию и другим органам чувств.

Он был убежден в том, что мы должны учиться видеть мир, связывая зрительные ощущения с тактильными, и что у нас нет специального механизма, который бы осуществлял инверсию изображений. Ссылаясь на случаи, когда взрослые люди, родившиеся слепыми, становились после операции зрячими, Гельмгольц утверждал, что раннее научение важно для восприятия. Гельмгольц не видел в этих фактах непосредственного подтверждения необходимости обучения перцептивной системы «перевертывать» сетчаточные изображения, но он думал, что те трудности, которые испытывают многие такие больные при назывании предметов и оценке расстояний, служат доводом в пользу эмпирической теории, утверждающей, что восприятие зависит от обучения. <...>

* *Грегори Р.* Глаз и мозг. М.: Прогресс, 1970. С. 222—239.

Мы можем согласиться с утверждением Гельмгольца о том, что для того, чтобы правильно видеть вещи, необходимо обучение; к этому выводу мы приходим, в частности, анализируя эксперименты, в которых сетчаточные изображения были намеренно перевернуты вместо их обычного положения вверх дном.

Перевернутые изображения

Эти эксперименты делятся на две группы: эксперименты, в которых изменялись положения или ориентация изображений на сетчатке, и эксперименты, в которых намеренно искажались изображения. Мы начнем с классической работы английского психолога Дж.М. Стрэттона. Он носил линзы, переворачивающие изображение, и был первым человеком в мире, который имел правильные, а не перевернутые сетчаточные изображения.

Стрэттон изобрел множество оптических приспособлений для смещения и перевертывания сетчаточного изображения. Он использовал системы линз и зеркал, в том числе специальные телескопы, вмонтированные в оправу очков, так что их можно было носить постоянно. Эти системы линз переворачивали изображение как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. Стрэттон обнаружил, что если носить пару таких оптических приспособлений, чтобы обеспечить бинокулярное зрение, то напряжение, которое испытывает человек, слишком велико, так как при этом нарушается механизм нормальной конвергенции. Поэтому он носил приспособление, переворачивающее сетчаточное изображение, только на одном глазу, другой же глаз был закрыт. Когда же он снимал переворачивающие линзы, то закрывал оба глаза. Прежде всего, он обнаружил, что, хотя перевернутые изображения были отчетливыми, предметы казались иллюзорными и нереальными. Стрэттон писал:

> Запечатленные в памяти зрительные впечатления, возникшие при нормальном зрительном восприятии, продолжали оставаться стандартом и критерием для оценки реальности. Таким образом, предметы осмысливались совершенно иначе, чем воспринимались. Это относилось также к восприятию моего тела. Я ощущал, где находятся части моего тела, и мне казалось, что я увижу их там, где я их ощущаю; когда же линзы удалялись, я видел их в ином положении. Но и прежняя тактильная и зрительная локализация частей тела продолжала восприниматься как реальная.

Позже, однако, предметы иногда начинали выглядеть почти обычными.

Первый эксперимент Стрэттона продолжался три дня. В течение этого времени он носил оптическое приспособление приблизительно двадцать один час. Он делает следующее заключение:

> Я могу почти с уверенностью сказать, что центральная проблема — вопрос о значении перевертывания обычного сетчаточного изображения для зрительного восприятия вертикального направления — полностью решена этим экспериментом. Если бы перевертывание сетчаточного изображения было абсолютно необходимо для восприятия вертикали... трудно было бы понять, каким образом сцена в целом могла, хотя бы временно, восприниматься как правильно расположенная вертикально, в то время как сетчаточный образ — благодаря линзам — оставался неперевернутым.

Однако предметы лишь иногда выглядели нормальными, и Стрэттон провел второй эксперимент, и на этот раз уже восемь дней носил монокулярное переворачивающее изображения устройство. На *третий* день он писал:

> При ходьбе в узком промежутке между мебелью мне требовалось значительно меньше внимания, чем до сих пор. Когда я писал, я мог без труда наблюдать за своими руками, не испытывая неприятных ощущений.

На *четвертый* день он обнаружил, что ему стало легче правильно определять ту руку, которая испытывает особенно большие затруднения при выполнении какой-либо операции.

> Когда я смотрел на свои ноги и руки, даже если я пытался сосредоточиться на их новом виде, я видел их скорее правильно ориентированными по вертикали, чем перевернутыми.

На *пятый* день Стрэттон легко мог гулять вокруг дома. Когда он бросал быстрый взгляд на предметы, они казались ему почти нормальными, но когда он начинал рассматривать их внимательно, они воспринимались им как перевернутые. Части его собственного тела, казалось, находились не там, где нужно, особенно его плечи, которых он, конечно, не мог видеть. Однако к вечеру *седьмого* дня он впервые на прогулке получил удовольствие от красоты местности.

На *восьмой* день он снял переворачивающие изображение очки и обнаружил, что

> Картина была странно знакомой. Зрительные впечатления непосредственно узнавались как старые, относящиеся к доэкспериментальным дням; однако изменение того расположения предметов, к которому я привык в течение последней недели, давало картину, неожиданно сбивающую с толку, и это продолжалось в течение нескольких часов. Почти невозможно было понять, что происходит, хотя предметы были просто перевернуты.

Когда читаешь отчеты Стрэттона и тех исследователей, которые проделывали аналогичные опыты, возникает впечатление, что в их зрительном мире всегда есть нечто странное, хотя они испытывали большие затруднения в описании того, что же именно было неправильно в этом зрительном мире. По-видимому,

они переставали замечать эту странность раньше, чем их перевернутые зрительные изображения начинали восприниматься как нормальные, но когда их внимание привлекалось к некоторым специальным деталям, последние казались им совершенно неправильными. Мы читали о таких ситуациях, где написанные слова виделись на правильном месте в зрительном поле и на первый взгляд воспринимались как нормальное письмо, но когда испытуемые пытались прочесть эти слова, они казались им перевернутыми.

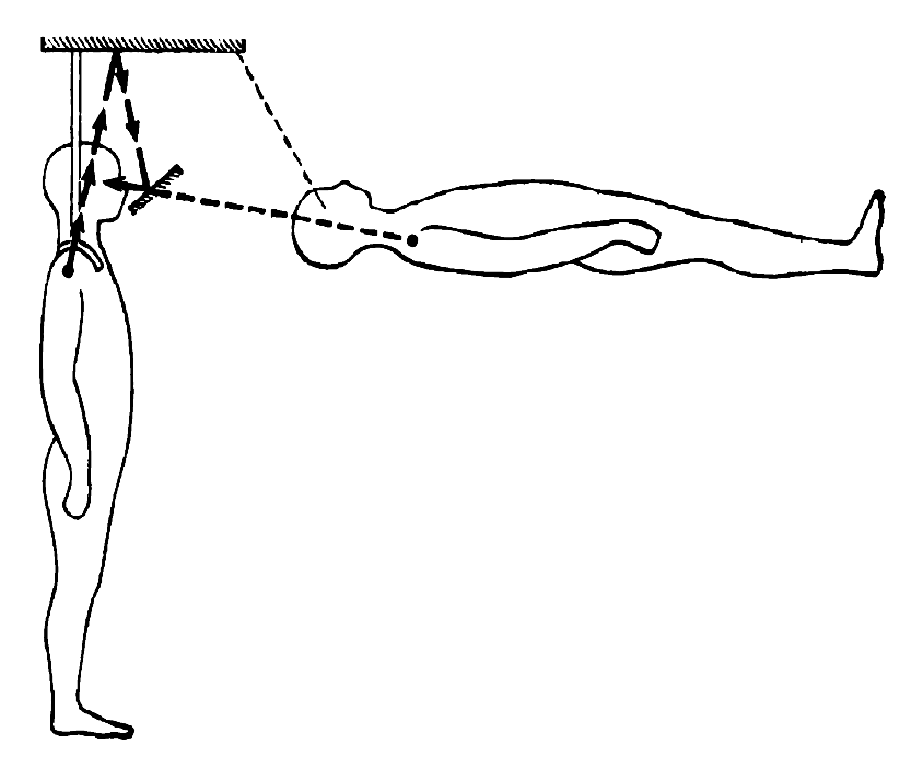


Рис. 1. Эксперимент Стрэттона, в котором он видел самого себя (в зеркало), подвешенным в пространстве перед глазами. Стрэттон совершал загородные прогулки с этими приспособлениями

Стрэттон продолжил свои исследования, провел эксперименты, которые — хотя они и менее известны — представляют большой интерес. Он сконструировал систему зеркал, вмонтированных в специальное устройство, которое укреплялось на человеке (рис. 1). Это приспособление вызывало смещение зрительного изображения своего собственного тела таким образом, что тело казалось человеку расположенным горизонтально впереди него, на уровне его собственных глаз. Стрэттон носил это приспособление в течение трех дней (в целом около двадцати четырех часов). Он сообщает:

У меня было такое чувство, будто я мысленно нахожусь вне своего собственного тела. Это было, конечно, преходящее впечатление, но оно возникало несколько раз и, пока длилось, было очень ярким... Однако наступил особенно интересный

момент, когда исчезла реальность состояния, и мои действия, за которыми я наблюдал, сопровождались своего рода призраками этих действий, называвшихся старыми зрительными терминами.

Стрэттон суммирует результаты своей работы следующим образом:

Различные чувственные восприятия, на какие бы явления они в конечном итоге ни распространялись, организуются в единую гармоничную пространственную систему. Эта гармония заключается в совпадении наших ощущений с тем, что мы ожидали... Существенными условиями гармонии являются те, которые необходимы, чтобы создать надежную связь между двумя органами чувств. Эта точка зрения, которая сначала возникла на основе данных, полученных в опытах с перевернутыми изображениями, теперь получила более широкое обоснование: ее, видимо, подтверждают факты, полученные в более поздних экспериментах, которые показывают, что тактильные ощущения локализации частей тела могут коррелировать со зрительными впечатлениями о местоположении тех же частей тела, причем не только в любом направлении, но также и в любом месте зрительного поля.

Вслед за Стрэттоном аналогичные опыты были проведены другими исследователями. Для того чтобы повернуть поле зрения обоих глаз на 75°, Дж.С.Браун использовал особые призмы и обнаружил, что эта процедура ухудшает восприятие глубины, причем по мере тренировки восприятие улучшалось очень незначительно или не улучшалось вовсе, хотя оказалось, что автор и его испытуемые могут ориентироваться в своем наклонном мире. Более поздние исследования такого рода были проведены Эвертом, который повторил эксперимент Стрэттона, но использовал не одну, а две переворачивающие изображение линзы, хотя его испытуемые и чувствовали напряжение в глазах, которое было отмечено еще Стрэттоном. Заслуга работы Эверта состоит в том, что он произвел систематическое и объективное измерение способности испытуемых локализовать предметы. Он сделал вывод, что Стрэттон несколько преувеличивает размеры адаптации, которая наблюдается в подобных условиях, и что это привело к противоречиям, не разрешенным еще до сих пор.

Изучение этой проблемы было продолжено Дж. и Дж.К. Патерсонами, применявшими бинокулярную систему, сходную с системой Эверта. После четырнадцати дней ношения этого приспособления полной адаптации к ситуации так и не произошло. Проведя восемь месяцев спустя повторный эксперимент с этим же испытуемым, авторы нашли, что в то время, когда испытуемый носил линзы, он проявлял те же изменения в поведении, которые были свойственны ему и при первом ношении переворачивающих изображение очков. Таким образом, по-видимому, обучение в подобных условиях представляет собой скорее ряд специфических адаптаций, надстраивающихся над исходными формами восприятия, чем коренную перестройку перцептивной системы.

Наиболее широкое исследование этой проблемы на людях, предпринятое в последнее время, было проведено в Инсбруке Эрисманом и Колером. Колер и его испытуемые носили очки, искажающие изображение, длительное время. Результаты эксперимента Колера, так же, как и Стрэттона, протоколировались в виде словесных отчетов. Соответственно традициям немецкой гештальтпсихологии и более поздним работам Мишотта по восприятию причинных отношений, Колер делает акцент на «внутренней структуре» восприятия. Этот подход чужд традициям американского бихевиоризма; однако жаль, что во время эксперимента не было достаточно точной регистрации движений испытуемого. На основании словесных отчетов трудно представить себе этот «адаптированный мир» испытуемых, так как их ощущения, по-видимому, были причудливо спутаны и даже противоречили друг другу. Так, например, пешеходов, очевидно, они видели на правильной стороне улицы, хотя их изображения были перевернуты справа налево, но части их одежды казались им *перепутанными*. Написанные слова были для испытуемых одним из наиболее сложных объектов. Когда они бросали на письмо беглый взгляд, оно казалось им нормальным, но если они пытались его внимательно рассматривать, оно воспринималось как зеркальное.

Осязание оказывало существенное влияние на зрение: на первых стадиях адаптации предметы неожиданно начинали восприниматься как нормальные, когда испытуемый прикасался к ним: они выглядели нормальными и тогда, когда их перевернутое изображение было физически невозможным. Так, например, свеча казалась перевернутой нижней частью вверх, пока ее не зажигали, после чего она вдруг воспринималась как нормальная, а пламя — идущим вверх.

Эти эксперименты положили начало ряду исследований, в которых на животных надевались разного рода очки. Когда очки, перевертывающие изображение, надевались на обезьяну, то это приводило к ее полной неподвижности в течение нескольких дней; она просто отказывалась двигаться. Когда наконец она начинала двигаться, она пятилась назад. Этот факт интересен, так как эти очки как раз нарушают восприятие глубины. Аналогичные опыты были проведены также с цыплятами и курами. Пфистер надевал на глаза кур призмы, переворачивающие изображение справа налево, и изучал их способность клевать зерна. У кур этот навык резко нарушался, и даже после трехмесячного ношения очков никакого реального улучшения не наблюдалось. То же отсутствие адаптации было обнаружено Сперри и у земноводных. Когда изображение, попадающее на сетчатку их глаз, поворачивалось на 180°, оказалось, что язык двигается в поисках пищи в неправильном направлении, и, предоставленные самим себе, эти животные умерли бы от голода. Сходные результаты были получены Хессом на цыплятах, глаза которых закрывались призмами, не переворачивающими изображения, а смещающими их на 7° вправо или влево. Хесс обнаружил, что такие цыплята всегда клюют в стороне от зерна и никогда не адаптируются к

смещению изображений, вызываемому клиновидными призмами (рис. 2). На основании своих экспериментов Хесс сделал следующие выводы:

> По-видимому, врожденные зрительные реакции у цыплят, касающиеся расположения предметов в их зрительном мире, не могут изменяться под влиянием обучения, если от цыпленка требуется, чтобы он усвоил реакцию, антагонистичную инстинктивной.

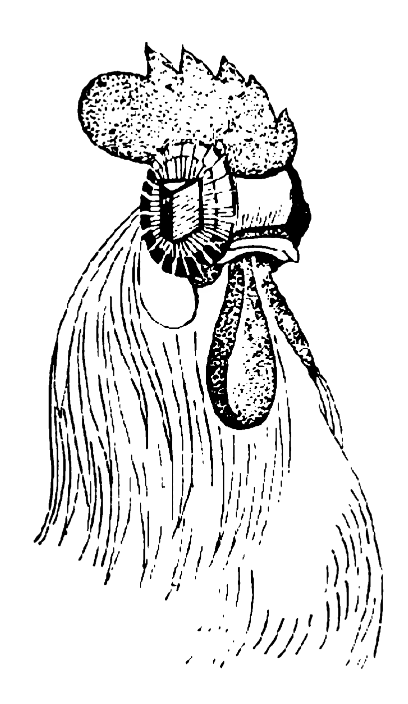


Рис. 2. Курица Пфистера с призмами, отклоняющими свет, попадающий в ее глаза

Все эти различные эксперименты довольно ясно показывают, что животные проявляют значительно меньшую адаптацию к смещению или переворачиванию сетчаточных изображений, чем люди, и только у обезьян имеется некоторая способность к такого рода адаптации. <...>

Искаженные формы изображения

Исследования влияния на зрительное восприятие перевернутых и смещенных сетчаточных изображений показывают, что животные, стоящие на эволюционной лестнице ниже человека и обезьяны, не обнаруживают никакой адаптации. У обезьяны процессы адаптации весьма ограничены; что же касается человека, то не совсем ясно, насколько он может адаптироваться к таким условиям. Словесные отчеты в известной мере противоречивы, в отношении моторной адаптации еще мало данных, однако несомненно, что после нескольких дней ношения

очков, переворачивающих сетчаточные изображения, люди довольно успешно справляются с этими нарушениями восприятия. Мы еще не знаем окончательно, происходит ли при этом перестройка восприятия, или новые реакции просто надстраиваются над старыми. Неизвестно даже, насколько фундаментальна реорганизация процессов восприятия, которая требуется в этих условиях, потому что в нашей обычной жизни мы тоже имеем дело со смещениями сетчаточных изображений, например, при наклонах головы и рассматривании чего-либо (главным образом, самих себя) в зеркале.

До сих пор мы анализировали опыты с переворачиванием или смещением сетчаточных изображений, однако экспериментально можно получить и другие нарушения зрительного восприятия. Эти нарушения важны, поскольку они вызывают скорее внутреннюю реорганизацию самой перцептивной системы, чем простое изменение соотношения между осязательными и зрительными впечатлениями. Эти зрительные нарушения можно получить, если носить специальные линзы не просто смещающие, а искажающие форму сетчаточного изображения.

Дж.Дж. Гибсон, изучая влияние ношения призм, отклоняющих все поле зрения в сторону (на 15° вправо), на зрительное восприятие, обнаружил, что эти призмы, кроме отклонений, неизбежно вызывают *искажения* формы сетчаточных изображений, которые по мере ношения призм постепенно уменьшаются. Он произвел точные измерения адаптации к искривлениям изображений, которые создаются этими призмами, и установил, что эффект адаптации уменьшается, даже если глаза испытуемого двигаются свободно. Практически адаптация проявлялась несколько более отчетливо при свободном прослеживании глазами деталей рисунка, чем в тех случаях, когда испытуемый фиксировал взгляд настолько, насколько это возможно.

Существует другой тип адаптации, на первый взгляд сходный с обнаруженным Гибсоном в его опытах с искажающими изображение призмами, а позже — линзами, но, по существу, совершенно отличный от него как по своему происхождению, так и по тому значению, которое он имеет для теории восприятия. Это явление известно под названием *структурное последействие* (*figural after-effect*). На протяжении последних нескольких лет оно привлекало пристальное внимание исследователей.

Структурное последействие возникает в тех случаях, когда испытуемый фиксирует взор на рисунке в течение некоторого времени (скажем, полминуты). Если подобным образом взор фиксирует изогнутую линию, то сразу же после этого в течение нескольких секунд прямая линия кажется изогнутой в противоположном направлении. Этот эффект близок к эффекту Гибсона, однако для структурного последействия существенно то, что глаза должны быть неподвижны, в то время как в опытах Гибсона с искажающими очками глаза могут двигаться свободно.

Эти явления свидетельствуют о том, что в перцептивной системе человека может иметь место особый вид адаптации, которая представляет собой не только простую перегруппировку тактильных и зрительных ощущений, а изменение механизмов зрительного восприятия пространства. Неизвестно, имеются ли подобные коррекции у более низкоорганизованных, чем человек, представителей животного мира.

Иво Колер недавно сделал значительное открытие. Он носил очки, окрашивающие сетчаточные изображения наполовину в красный, наполовину в зеленый цвет, так что все выглядело красным, если смотреть налево, и зеленым — если смотреть направо. Колер открыл новый эффект адаптации, о существовании которого раньше и не подозревали. Влияние красного и зеленого цвета на восприятие постепенно уменьшалось, и, когда очки снимались, ***вещи казались красными при взгляде направо и зелеными — при взгляде налево.*** Это явление совершенно не похоже на обычные последовательные образы, возникающие вследствие адаптации сетчатки к окрашенному свету. Эффект Колера связан не

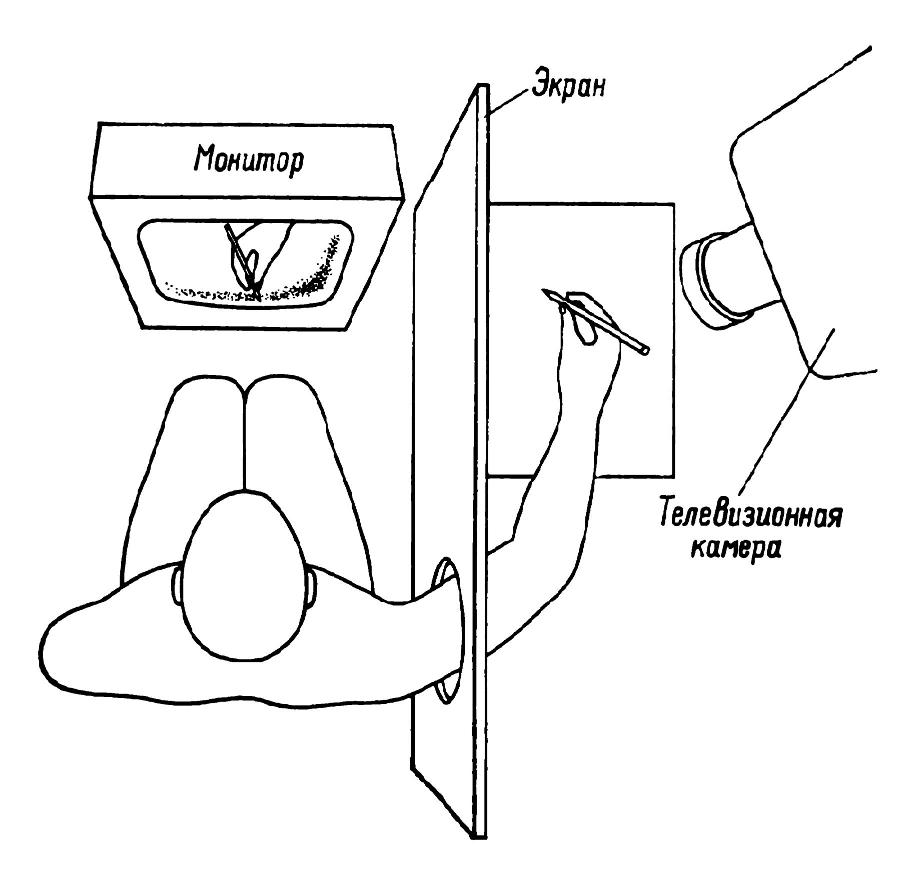


Рис. 3. Эксперимент Смита, в котором использовались телевизионная камера и монитор для того, чтобы менять видимое положение или величину собственных рук испытуемого. Испытуемый мог рисовать или писать при больших изменениях зрительного образа своей руки

с положением изображения на сетчатке, а с положением глаз по отношению к голове, и таким образом он является результатом процессов компенсации, протекающих не в глазах, а в мозге.

Существует всего несколько типов инверсии изображений, которые могут быть получены с помощью простых оптических приспособлений, однако в настоящее время К.У. Смит предложил для этих целей новые технические приемы. Смит использует телевизионную камеру и монитор, смонтированные так, что испытуемый наблюдает за своей собственной рукой на экране монитора, который может быть соединен с камерой таким образом, что можно получить любые желаемые изменения изображений.

Таким путем можно получить изображения, перевернутые слева направо или сверху вниз, в то время как движения глаз и рук испытуемого остаются свободными. В этом эксперименте рука испытуемого помещается за занавеской так, чтобы он не мог ее видеть (поскольку эта аппаратура далеко не портативна, исследование чаще ограничивается короткими экспериментальными сеансами, а не продолжается в течение нескольких дней). Камера может быть установлена в любом положении и давать помимо переворачивания изображений смещение изображения в пространстве. С помощью различных линз и расстояний от камеры до испытуемого можно менять величину изображений и вызывать искажения (рис. 3).

Опыты Смита показали, что в целом переворачивание изображения сверху вниз, как правило, дает большие нарушения, чем слева направо, причем комбинированная инверсия изображений (одновременно и сверху вниз, и справа налево) иногда вызывает меньше затруднений, чем каждая инверсия в отдельности. Изменения величины изображения практически не влияют ни на способность испытуемого рисовать объекты, ни на его почерк.

Смещение изображений во времени

Развитие телевизионной техники сделало возможным смещение изображения не только в пространстве, но и во времени. Временная задержка изображений — это новый вид смещения, изучение которого обещает дать весьма интересные результаты. Этот вид смещения изображений достигается с помощью описанных выше телевизионной камеры и монитора, а также видеомагнитофона, снабженного бесконечной лентой, благодаря чему возникает временная задержка между регистрацией изображения камерой и подачей его на монитор. Испытуемый таким образом видит свою руку (или другой предмет) в прошлом, с временным отставанием, которое регулируется расстоянием между записывающей и воспроизводящей головками видеомагнитофона (рис. 4).

Эта ситуация представляет не только теоретический интерес, она важна также и в практическом отношении, потому что и в авиации, и при управлении

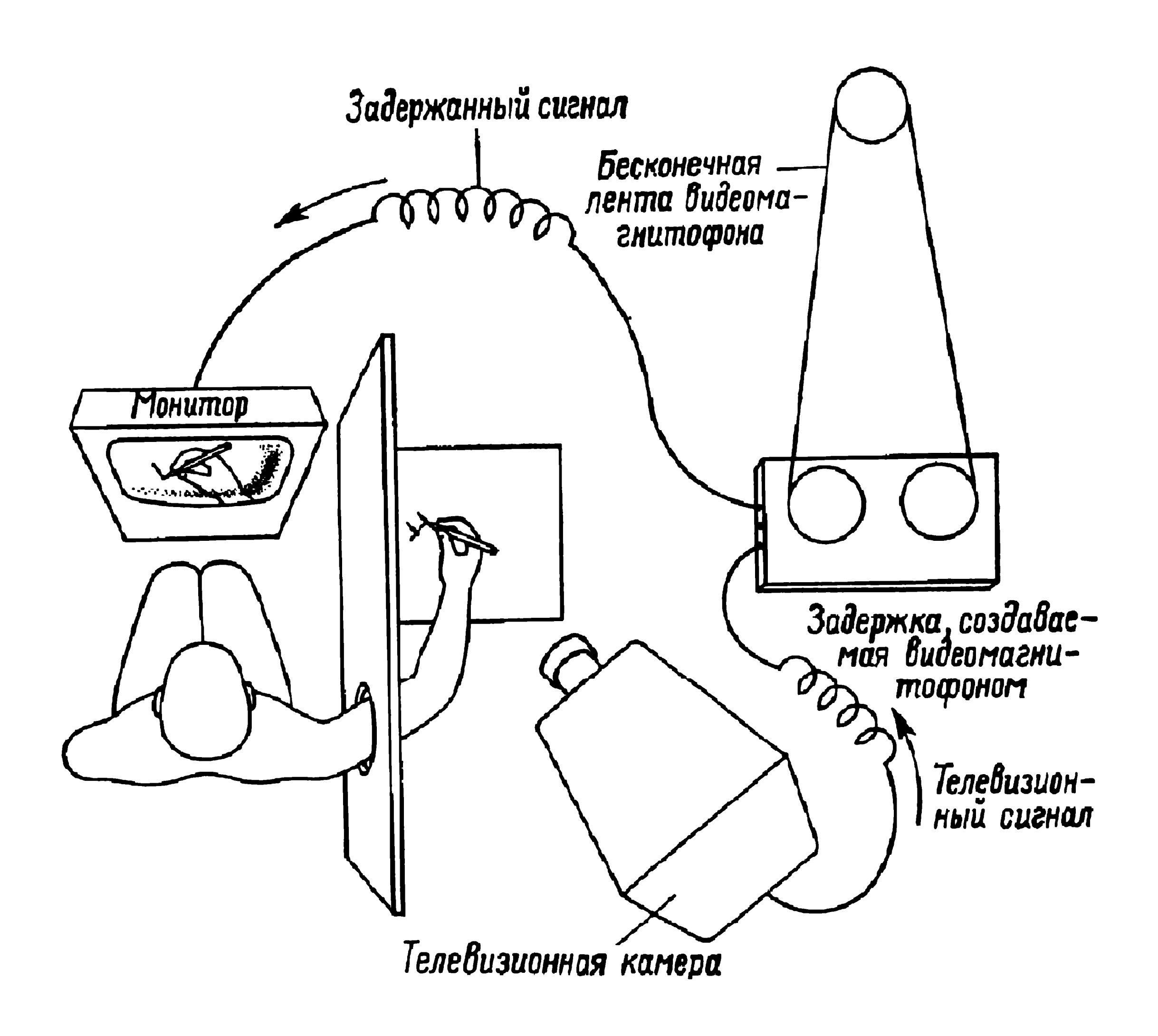


Рис. 4. Эксперимент Смита с введением временной отсрочки между действием и его зрительным восприятием. Отсрочка задавалась с помощью бесконечной ленты видеомагнитофона

многими другими механизмами, работающими с отсрочкой, необходим контроль со стороны человека, но если подобная отсрочка нарушает навыки оператора, это может стать серьезной проблемой. Установлено, что короткие отсрочки (порядка 0,5 *с*) делают движения резкими, плохо скоординированными, так что рисование становится почти невозможным, а письмо явно затрудняется (рис.5). Тренировка не дает улучшения, или оно невелико.

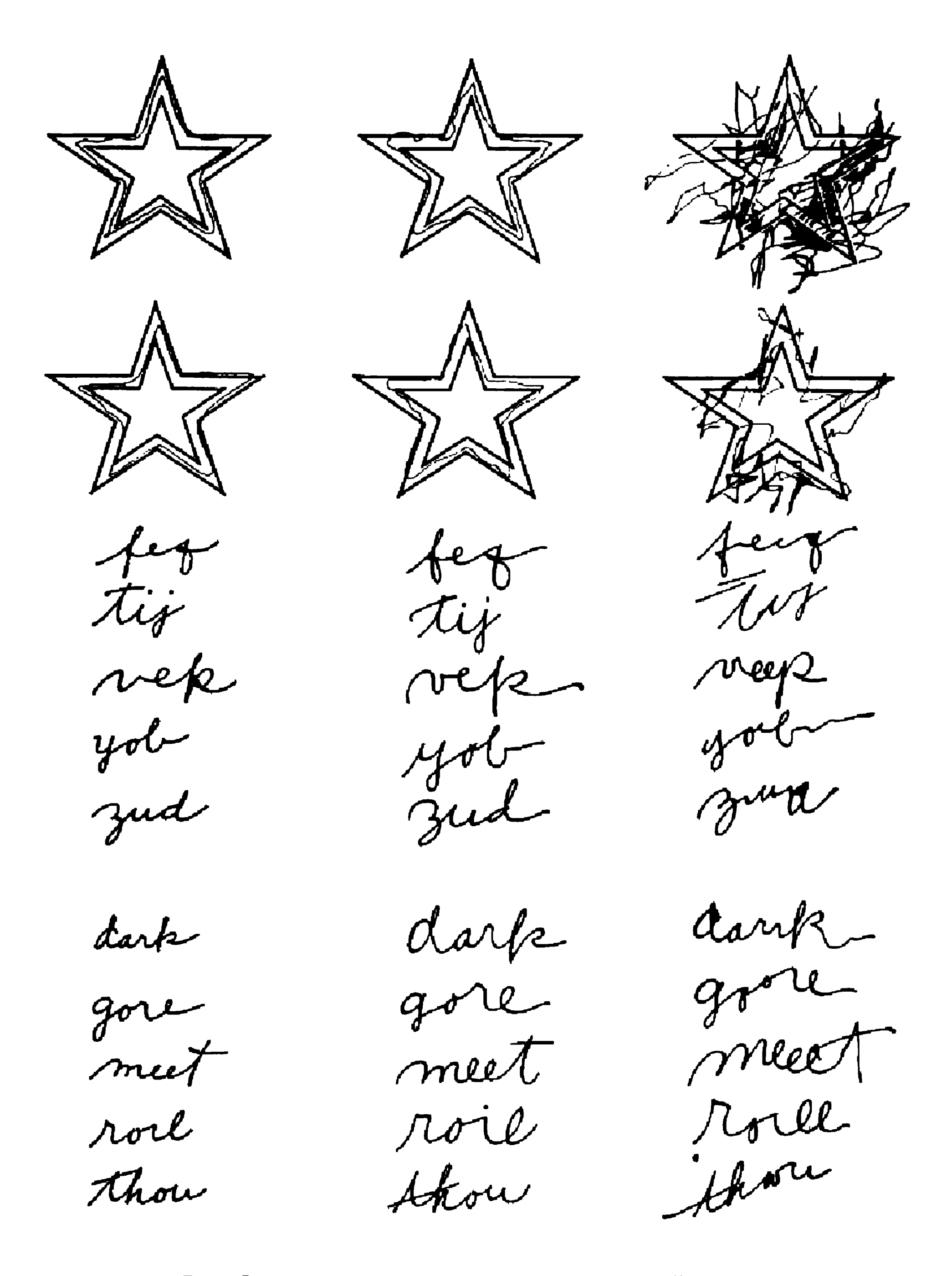


Рис. 5. Рисунки и письмо при временной отсрочке

Слева направо: обычные рисунки и письмо; рисунки и письмо при зрительном контроле через телевизионную камеру, но без отсрочки; рисунки и письмо при зрительном контроле через телевизионную камеру с отсрочкой. Отсрочка создает непреодолимые помехи, в то время как смещение зрительного изображения в пространстве может быть скомпенсировано. (Эти результаты имеют практическое значение, так как при многих задачах, связанных с контролем, например, при управлении самолетом, возникает какое-то отставание во времени результатов от действий.)

Какие выводы мы можем сделать?

Мы сделали обзор экспериментов с различного рода искажениями сетчаточных изображений. Во всех случаях искажение было планомерным, т.е. производилось согласно определенному принципу; был исследован широкий диапазон искажений: по вертикали и по горизонтали (отдельно по каждому направлению или по обоим одновременно); искажения формы, наблюдаемые при фиксированном взгляде или при свободном движении глаз; смещения изображения во времени.

Результаты этих опытов не так просто оценить, однако в целом, по-видимому, можно сказать, что при всех возможных искажениях изображений человек проявляет известную адаптацию — исключение составляет только смещение изображения во времени, — в то время как у всех других животных, кроме обезьян, ее нет.

Означает ли это, что дети должны учиться видеть? Конечно, эти опыты еще не дают оснований для такого вывода, но если у взрослых людей действительно наблюдаются существенные изменения в перцептивной системе для компенсации упорядоченных изменений сетчаточных изображений, то предположение о важной роли обучения в восприятии кажется вполне правдоподобным. К сожалению, мы еще не знаем, насколько фундаментальна та реорганизация перцептивной системы, которая происходит при адаптации, и в какой мере при этом над старыми перцептивными связями надстраиваются новые. Во всяком случае, очевидно, что перцептивная система человека обладает большой гибкостью и способна адаптироваться к новым условиям. А это очень важно для приспособления к изменяющемуся миру.

Там, где имеет место адаптация — в экспериментах Стрэттона и Гибсона с человеком, в которых производилось переворачивание или искажение формы сетчаточного изображения, — еще не вполне ясно, каким образом мир начинает восприниматься испытуемым как нормально ориентированный. По-видимому, странность этого мира просто перестает замечаться, а это уже совсем иной вывод, чем тот, который делается исследователями. В опытах Хелда, где пара котят воспитывалась в темноте и только активный котенок из каждой пары научался видеть, — а также в ранних, самых первых аналогичных исследованиях Ризена, который воспитывал шимпанзе в полной темноте и после помещения их на свет обнаружил у них медленное развитие зрения, — остается неясной та интерпретация фактов, которая дается исследователями.

Животные, выросшие в темноте, как правило, пассивны и научаются очень немногому. В некоторых аналогичных случаях отключения зрения у человека также были отмечены существенные трудности в развитии; один из таких людей не мог даже *на ощупь* отличать шар от куба. Эти эксперименты интересны и важны, но в настоящее время мы еще не можем с уверенностью оценить все значение этих наблюдений. Ясно лишь, что восприятие человека легко поддается

модификации посредством научения (студенты-медики, впервые пользующиеся микроскопом, знают это по опыту), однако очень трудно установить, что именно дано нам от рождения, а что приобретено в результате научения.

В добавление к этим трудностям, при рассмотрении данной проблемы мы встречаемся еще с одной своеобразной трудностью логического порядка, которая связана с пониманием самого термина «восприятие», особенно когда речь идет об опытах над животными. Возьмем, например, опыты Хелда с активным и пассивным котятами: представим себе, что пассивный котенок *выучился* видеть, понимая под этим, что структура его сетчаточных стимуляций организовалась у него в образы отдельных предметов в то время, когда активный котенок крутил его на «карусели». Но как мы узнаем, что котенок научился видеть (т.е. что у него сформировались образы отдельных предметов)? Как можно ожидать от него соответствующих поведенческих реакций, если они никогда раньше не связывались с его восприятием предметов? И здесь возникает основная проблема, а именно: должны ли мы понимать под восприятием то, что нам известно из нашего собственного *перцептивного опыта* или мы должны ограничиваться изучением *поведения,* которое регулируется информацией, получаемой от органов чувств? С точки зрения строгого бихевиориста, субъективный опыт не может быть предметом исследований по восприятию, однако мы вынуждены признать, что в концертном зале или в картинной галерее люди проникают во внутренний мир художника, настолько важный для них, что это и побуждает их посещать такие места. Что бы ни утверждали художественные критики, не внешнее поведение деятелей искусства, а скорее их переживания интересуют слушателей и зрителей. Но можем ли мы судить о перцептивном опыте животных? По-видимому, нет, и в этом-то и заключается трудность. Мы не понимаем этого воспринимаемого мира животных, так же как нам непонятен и мир, воспринимаемый младенцем; каково бы ни было поведение животных, оно не раскрывает нам полностью их внутренний мир. В данном случае особенно важную роль играет язык: он выходит за пределы непосредственной ситуации «стимул — внешняя реакция», однако как у младенца, так и у животных нет языка, хотя в данном случае он более всего необходим, — и в этом и состоит сложность изучения данной проблемы.

А.Д. Логвиненко

Инвертированное зрение*

Стрэттон показал, что при длительной инверсии сетчаточных изображений к испытуемому постепенно возвращается способность видеть мир в правильной ориентации[1]. Однако спустя тридцать лет, американский психолог Эверт, повторив эксперимент Стрэттона, не наблюдал адаптации ни у одного из своих испытуемых (одним из испытуемых был сам Эверт). И это несмотря на то, что его эксперимент длился около двух недель, т.е. в полтора раза больше, чем у Стрэттона[2]. Так возникла проблема адаптации к *инвертированному зрению*. Последующие попытки внести ясность в эту проблему не принесли ничего нового. Проведенные в американских университетах два длительных эксперимента по адаптации к инверсии укрепили скепсис бихевиорально ориентированных психологов относительно возможности перцептивной адаптации к инверсии[3]. В то же время австрийский психолог Колер, имевший гештальтистскую ориентацию, работая с инвертированным зрением, полностью подтвердил выводы Стрэттона о возможности перцептивной адаптации[4].

Внимательный анализ экспериментальных дневников, которые велись этими авторами во время проведения хронических экспериментов, позволил нам

---

* *Логвиненко А.Д.* Зрительное восприятие пространства. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. С. 74—96.

[1] См.: *Stratton G.* Some preliminary experiments in vision without inversion of the retinal image // Psychol. Rev. 1896. Vol. 3. P. 611—617; *Stratton G.* Vision without inversion of the retinal image // Psychol. Rev. 1897. Vol. 4. P. 341—360, 463—481.

[2] См.: *Ewert P.H.* A study of the effect of inverted retinal stimulation upon spatially coordinated behavior // Gen. Psychol. Monogr. 1930. Vol. 7. P. 177—363.

[3] См.: *Peterson J., Peterson J. K.* Does practice with inverting lenses make vision normal? // Psychol. Monograph. 1938. Vol. 50. № 225. P. 12—37; *Snyder F.W., Pronko N.H.* Vision with spatial inversion. Wichita: University of Wichita Press, 1952.

[4] См.: *Köhler I.* The formation and transformation of the perceptual world // Psychol. Issues. 1964. Vol. 3. Translated by H. Fiss. P. 1—173.

обнаружить следующие примечательные факты[5]. Во-первых, ход перцептивной адаптации, как он открывался испытуемым во время хронического эксперимента, был одинаков во всех экспериментах независимо от того, какой окончательный вывод делался экспериментатором относительно исхода эксперимента. Во-вторых, по мере адаптации к инверсии испытуемые теряли способность оценивать ориентацию своих зрительных образов. Иными словами, испытуемые в ходе опыта затруднялись с ответом на прямой вопрос о том, как они видят мир — правильным или перевернутым. Это обстоятельство выглядит, по меньшей мере, странным, ибо речь идет не о каких-то нюансах в зрительной картине, а о ее ориентации относительно вертикали. В-третьих, даже авторы, по мнению которых их эксперименты завершились полной перцептивной адаптацией, опускали в своих дневниках такой важный момент, как собственно наступление правильного ви́дения. Складывается впечатление, что правильное ви́дение у их испытуемых появлялось постепенно. Однако трудно себе представить процесс, в ходе которого постепенно и незаметно для испытуемого изменяется вертикальная ориентация зрительной картины на противоположную. В-четвертых, почти все исследователи указывали на то, что пристальное вглядывание в зрительную картину, ее интроспективный анализ позволяли все-таки обнаружить перевернутость визуального поля даже в конце длительного адаптационного периода. В свете этого факта становится понятным, почему те авторы, которые брали за критерий адаптации исчезновение каких бы то ни было признаков перевернутости, делали вывод об отсутствии адаптации[6], а авторы, придерживавшиеся более широкого толкования понятия образ, считали общее впечатление «естественности», «нормальности» визуального мира достаточным основанием для утверждения о полной перцептивной адаптации[7].

Поскольку предыдущие исследователи инвертированного зрения оставили больше вопросов, чем получили ответов, нами было предпринято собственное исследование инвертированного зрения и проведено несколько хронических экспериментов[8]. Оказалось, что феноменология инвертированного зрения

[5] См.: *Логвиненко А.Д.* Экспериментальные исследования инвертированного зрения // Зрительные образы: феноменология и эксперимент. Душанбе: Дониш, 1974. Ч. IV. С. 80—146.

[6] См.: *Ewert P.H.* A study of the effect of inverted retinal stimulation upon spatially coordinated behavior // Gen. Psychol. Monogr. 1930. Vol. 7. P. 177—363; *Peterson J., Peterson J.K.* Does practice with inverting lenses make vision normal? // Psychol. Monograph. 1938. Vol. 50. № 225. P. 12—37; *Snyder F.W., Pronko N.H.* Vision with spatial inversion. Wichita: University of Wichita Press, 1952.

[7] См.: *Stratton G.* Some preliminary experiments in vision without inversion of the retinal image // Psychol. Rev. 1896. Vol. 3. P. 611—617; *Kohler I.* The formation and transformation of the perceptual world // Psychol. Issues. 1964. Vol. 3. P. 1—173.

[8] См.: *Логвиненко А.Д.* Зрительный образ и инвертированное зрение // Вопросы психологии». 1974. № 5. С. 19—28; *Логвиненко А.Д., Жедунова Л.Г.* Психологический механизм адаптации к инвертированному зрению // Вопросы психологии. 1980. № 6. С. 97—108; *Логвиненко А.Д., Жедунова Л.Г.* Адаптация к инверсии сетчаточных изображений: Непрерывное ношение инвертоскопа не является необходимым // Вопросы психологии. 1981.

слишком сложна для традиционного понятийного аппарата психологии зрительного восприятия. Поэтому изложение собственного понимания психологического механизма адаптации мы предваряем анализом тех изменений, которые вносит в зрение инвертоскоп.

Начнем с того, что инвертоскоп ограничивает оптическое пространство (в наших экспериментах его размеры составляли 25°x30°) и инвертирует его. Поскольку инвертоскоп обычно крепится на голове испытуемого так, чтобы его оптическая ось совпадала с главным эгоцентрическим зрительным направлением, то инверсия оптического пространства приводит к инверсии зрительного пространства. Однако, помимо изменения ориентации зрительного пространства, инверсия оптического пространства вызывает ряд других изменений в восприятии.

Во-первых, инверсия эгоцентрических зрительных направлений приводит к потере константности видимого положения объектов. Причина этого кроется в том, что вертикальное смещение головы на некоторый угол *a* в обычных условиях вызывает смещение сетчаточного изображения на такую же угловую величину, но в противоположном направлении, т.е. на угол —*a*, в то время как при инверсии — на угловую величину и в том же направлении (т.е. на угол *a*). Константность видимого положения обеспечивается тонким механизмом компенсации сетчаточных смещений изображения, вызванных собственными движениями наблюдателя. Инверсия изменяет знак сетчаточного смещения и компенсирующий сигнал увеличивает вдвое изменение видимого положения предмета вместо того, чтобы уничтожить его, что и переживается в виде отчетливых смещений зрительных образов, сопровождающих движения головы наблюдателя. Интересно отметить, что константность зрительных направлений сохраняется, если инвертоскоп крепится на голове, ибо в этом случае движения глаза вызывают то же самое смещение сетчаточного изображения, как и без инверсии. Однако если инвертоскоп поместить непосредственно на глазное яблоко, константность зрительных направлений будет нарушена[9].

Итак, при инвертированном зрении теряется константность видимого положения предметов (что отмечалось всеми исследователями, начиная со Стрэттона), и эта утрата является естественным следствием изменения связи между собственными смещениями головы и соответствующими смещениями сетчаточного изображения.

Во-вторых, мы обнаружили, что при инвертированном зрении исчезает также и *константность видимой формы*[10]. Утрата константности видимой формы при инвертированном зрении может быть следствием потери константности видимого положения объектов. Действительно, константность видимой формы

---

[9] См.: *Smith K.U.* Inversion and delay of the retinal image // Am. J. Optom., Arch. Am. Akad. Opt. 1971. Vol. 48.

[10] См.: *Логвиненко А.Д., Столин В.В.* Исследование восприятия в условиях инверсии поля зрения // Эргономика. Труды ВНИИТЭ. 1973. Вып. 6. С. 151—179.

предполагает константность видимого наклона. При инвертированном зрении константность видимого наклона (как разновидность видимого положения) теряется: наклон головы сопровождается изменением видимого наклона объектов. Так, в частности, испытуемые всегда отмечают, что при ходьбе земля «колышется» в такт шагам, а при наклоне головы «вздыбливается». Земной поверхности, попадающей в поле зрения, можно по желанию придать практически любой видимый наклон.

Нами было проведено измерение константности видимой формы в двух условиях. В одном случае наклон объекта, видимая форма которого подлежала измерению, осуществлялся вдоль горизонтальной оси вращения, в другом случае — вдоль вертикальной. Поскольку утрату константности видимого наклона при инверсии вызывали лишь вертикальные движения головы, то в первом случае константность видимой формы должна была нарушаться, а во втором — нет. Если же причина нарушения константности видимой формы не в потере константности видимого наклона, то результаты измерения константности видимой формы в обоих условиях будут идентичны. Именно это и имело место в действительности[11]. Результаты эксперимента говорят о том, что утрата константности видимого положения объектов при инверсии не является непосредственной причиной падения константности видимой формы. Ранее нами было показано, что этой причиной не может быть ни редукция оптического пространства, ни сам факт использования оптического приспособления. <...>

В-третьих, все исследователи инвертированного зрения, начиная со Стрэттона, указывали на картинность, нереальность, иллюзорность визуального пространства при инверсии,

> И хотя все эти образы, — писал Стрэттон, имея в виду образы при инвертированном зрении, — были четкими и определенными, они вначале не производили впечатления реальных вещей, подобно объектам, которые мы видим при нормальном зрении, а выглядели неуместными, фальшивыми или иллюзорными *образами* (разрядка Стрэттона. — *А. Л.)*, помещенными между наблюдателем и самими объектами или вещами[12].

При чтении дневника, который Стрэттон вел по ходу своего эксперимента, обращает на себя внимание настойчивость, с которой им подчеркивается «нереальность» образов инвертированного зрения. В нормальных условиях мы видим предметы, а при инверсии переживаем наличие образов — так можно было бы резюмировать его наблюдения.

В-четвертых, инвертоскоп создает инверсию образа в зрительном пространстве относительно его собственных координат, но не затрагивает ориен-

---

[11] См.: *Логвиненко А.Д., Жедунова Л.Г.* Психологический механизм адаптации к инвертированному зрению // Вопросы психологии. 1980. № 6. С. 97—108.

[12] См.: *Stratton G.* Some preliminary experiments in vision without inversion of the retinal image // Psychol. Rev. 1896. Vol. 3. P. 613.

тации самого зрительного пространства в координатах видимого мира. Сразу после надевания инвертоскопа зрительное пространство выглядит уплощенным (нечто среднее между плоскими фигурами и объемными телами); нереальным, отчужденным от испытуемого. Зрительное пространство локализуется, как некая картинка, между испытуемым и предметами в осознаваемом мире. Причем ориентация этой картинки всегда такова, что она перпендикулярна относительно главного эгоцентрического зрительного направления. Если испытуемый смотрит вниз и его главное эгоцентрическое зрительное направление перпендикулярно плоскости пола (т.е. составляет с земной поверхностью угол «–90°»), то картинка зрительного пространства параллельна полу. Инвертоскоп инвертирует эту картинку относительно главного эгоцентрического зрительного направления, но не относительно вертикали в амодальном пространстве. Заметьте, что в этом случае для правильного ви́дения (если под правильным ви́дением понимать правильную ориентацию зрительных образов относительно вертикали в амодальном пространстве) не нужна никакая адаптация, поскольку при главном эгоцентрическом зрительном направлении в «–90°» правильное ви́дение имеет место сразу после надевания инвертоскопа. Это же можно сказать и для главного эгоцентрического направления в «+90°».

Анализ и сопоставление перечисленных особенностей восприятия, возникающих вслед за надеванием инвертоскопа, убеждают в том, что инверсия приводит к разрушению видимого мира. Иными словами, при инверсии воспринимаются зрительное пространство и видимое поле, а восприятие видимого мира оказывается невозможным. В этом случае перцептивная адаптация, если она вообще наступает, может происходить либо в виде изменения ориентации видимого поля (а следовательно, и зрительного пространства), либо в виде построения нового видимого мира на основе инвертированного зрительного пространства. Проведенные эксперименты с длительной адаптацией к инверсии убеждают в том, что адаптация происходит в форме построения нового видимого мира.

В свете такого подхода к решению проблем инвертированного зрения возможно непротиворечивое истолкование его особенностей и многих сложных вопросов, перед которыми останавливались прежние исследователи. Действительно, поскольку зрительное пространство и видимое поле строятся в соответствии с проекционными (т.е. угловыми) отношениями, то переход от восприятия видимого мира к восприятию зрительного пространства и видимого поля неизбежно должен сопровождаться утратой константности восприятия во всех ее проявлениях и стабильности видимого мира. Становится понятной противоречивость наблюдений прежних авторов, которые, с одной стороны, утверждали, что временами их испытуемые видели правильно, а с другой стороны, отмечали, что при интроспективной установке впечатление правильности исчезало, и визуальная картина вновь выглядела перевернутой. Так и должно было быть, ибо интроспективная установка, как отмечал еще Гибсон, всегда спо-

собствует переходу от восприятия видимого мира (который к концу адаптации восстанавливался и был правильно ориентирован) к восприятию видимого поля (которое в течение всего времени оставалось инвертированным).

Проведенные нами исследования адаптации к инвертированному зрению показали, что по ходу эксперимента возникали и сменяли друг друга три стратегии адаптации[13].

Вначале испытуемый игнорировал свое перевернутое зрительное пространство и старался вести себя так, словно он находится в темноте. Поначалу и особенно тогда, когда он находился среди знакомых предметов, эта стратегия поведения себя оправдывала. Однако уже к концу первого дня испытуемым пришлось отказаться от этой стратегии, поскольку тускнели образы памяти и испытуемый часто не мог вспомнить, где находится дверь или стол, или какой-либо еще нужный ему предмет, тем более, что эта стратегия была вовсе неприемлема в незнакомом окружении.

Затем испытуемые начали строить свои движения так, чтобы они выглядели правильными в их зрительном пространстве. При этом их движения выглядели вычурными и лишенными смысла. Например, для того чтобы взять чашку, испытуемый вводил руку в поле зрения так, чтобы она выглядела правильно ориентированной в зрительном пространстве. Но, поскольку чашка выглядела перевернутой, ему приходилось выворачивать руку причудливым образом. В конечном счете все кончалось тем, что содержимое чашки расплескивалось, как только она покидала поле зрения. Эта стратегия не могла привести к адаптации, поскольку ее последовательное проведение означало бы полный разрыв с логикой предметного мира.

Третья стратегия, завершившаяся перцептивной адаптацией, связана с транспозицией визуальной позиции наблюдения. Мы уже отмечали, что инверсия зрительного пространства, которая вызывается инвертоскопом, не затрагивает ориентацию самого зрительного пространства относительно тела наблюдателя в амодальном пространстве, которая определяется *склонением взора*[14]. Действительно, если склонение взора равно «—90°» (линия взора перпендикулярна полу), зрительное пространство видится внизу, и его ориентация совпадает с ориентацией пола. В этой ситуации инвертоскоп обращает ориентацию зрительного пространства в направлении «вперед — назад», а не в направлении «вверх — вниз», как при нулевом склонении взора (т.е. при линии взора, параллельной полу).

---

[13] См.: *Логвиненко А.Д.* Зрительный образ и инвертированное зрение // Вопросы психологии. 1974. № 5. С. 19—28; *Логвиненко А.Д.* Перцептивная деятельность при инверсии сетчаточных изображений // Восприятие и деятельность / Под ред. А.Н. Леонтьева. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. С. 209—267.

[14] Так будем называть ради краткости склонение главного оптического направления в оптическом пространстве.

Заметьте, когда линия взора перпендикулярна поверхности пола, достаточно вообразить, что вы смотрите как бы с другой стороны, и ваше зрительное пространство будет выглядеть правильно ориентированным в амодальном пространстве. При этом вы как бы совершаете перенос (транспозицию) позиции, с которой вы наблюдаете зрительное пространство. Эта операция (*транспозиция виртуальной позиции наблюдения*) и лежит в основе перцептивной адаптации к инвертированному зрению. Поначалу она возможна лишь для углов склонения взора, близких либо к «–90°», либо к «+90°». Затем транспозиция удается испытуемым и при меньших (по абсолютной величине) склонениях взора, т.е. область всех возможных значений склонения взора распадается на две области — область инвертированного и область правильного ви́дения. Границы этих областей задают две критические величины склонения взора — $a_в$ и $a_н$. Если склонение взора a заключено в пределах $a_в \leq a \leq a_н$, то ви́дение инвертировано; если склонение взора лежит вне этого интервала, ви́дение правильное. Перцептивная адаптация происходит в виде сужения области инвертированного ви́дения, т.е. в ходе адаптации $a_в$ и $a_н$ стремятся к нулю. На рис. 1 представлен график зависимости величины области инвертированного ви́дения как функции чистого адаптационного времени. Определение границ области инвертированного ви́дения происходило с помощью перемещения по вертикальной стене стрелки. Испытуемый должен был отметить момент, когда ориентация стрелки изменилась. С помощью психофизического метода границ[15] определялись границы $a_в$ и $a_н$.

Константность восприятия видимой формы в ходе эксперимента восстанавливается и достигает исходного (доэкспериментального) уровня (рис. 2).

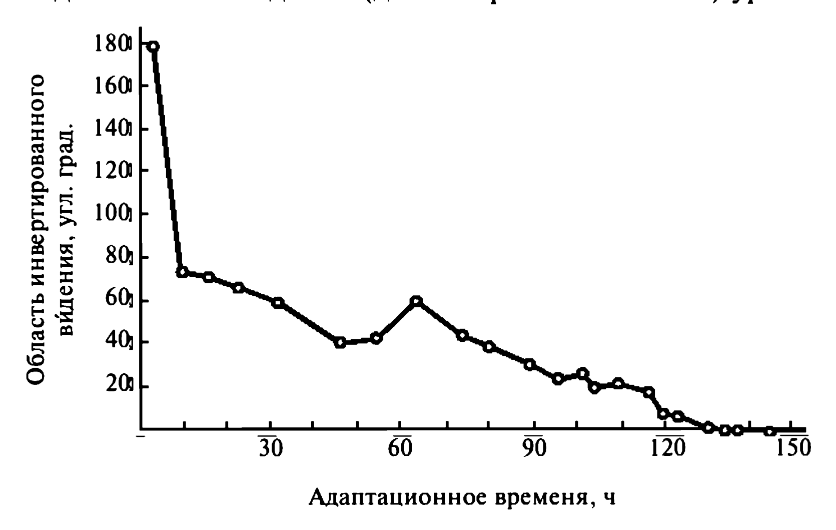


Рис. 1. Уменьшение области инвертированного ви́дения с течением адаптации[16]

[15] См.: *Guilford J.P.* Psychometric Methods. Bombay—New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Co, 1954.

[16] См.: *Логвиненко А.Д., Жедунова Л.Г.* Психологический механизм адаптации к инвертированному зрению // Вопросы психологии. 1980. № 6. С. 97—108.

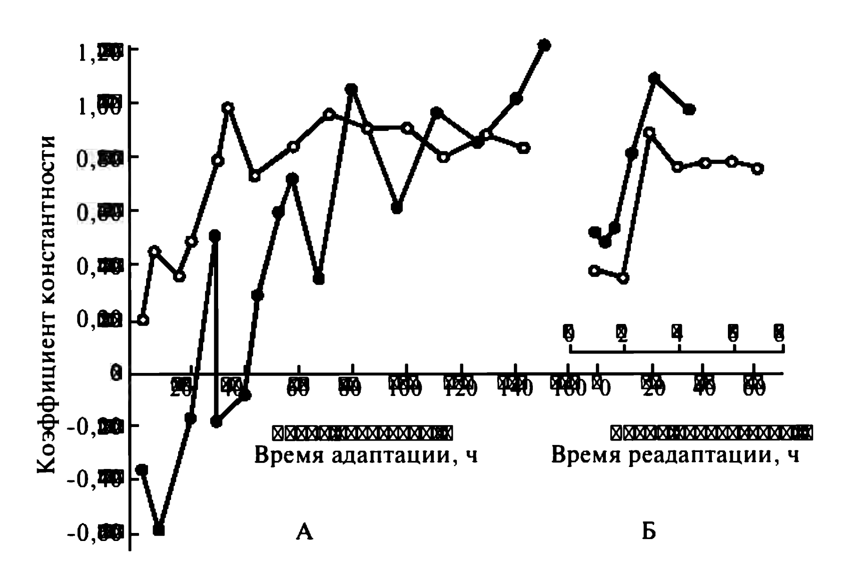


Рис. 2. Восстановление константности видимой формы во время адаптации (А) к инвертированному зрению и ее динамика во время реадаптации (Б) (заполненные кружочки[17], пустые кружочки[18])

В то время как некоторые авторы высказывают сомнения относительно перцептивной адаптации к инверсии, все исследователи единодушны в том, что моторная адаптация безусловно происходит. В этом убеждают как наблюдения за поведением испытуемых, так и тестирование зрительно-моторных координаций, которые велись в ходе хронических экспериментов. Иногда высказывалось мнение, что во время адаптации к инверсии испытуемый заново проходит весь путь, который совершает младенец, овладевая зрительно-моторными навыками. Иными словами, во время адаптации формируется заново весь алфавит зрительно-моторных реакций. Предельное выражение эти взгляды находят в точке зрения, согласно которой в ходе адаптации к инверсии происходит моторное научение и после этого вопрос о перцептивной адаптации теряет смысл (по крайней мере, для внешнего наблюдателя) и невозможно отличить моторно адаптировавшегося испытуемого и обычного человека. Суть этой позиции в том, что моторная адаптация ведет за собой перцептивную. На наш взгляд, факты говорят об обратном — перцептивная адаптация ведет за собой моторную. Действительно, во-первых, моторная адаптация совершается довольно быстро, во-вторых, происходит перенос успешности выполнения на чрезвычайно широкий класс не встречавшихся прежде в ходе адаптации зрительно-моторных задач, в-третьих, отсутствует последействие, которое могло бы проявиться в виде дезорганизации моторного поведения после удаления призм. И, наконец, в одном из наших хронических экспериментов было показано, что существуют простые

[17] См.: *Логвиненко А.Д.* Зрительный образ и инвертированное зрение // Вопросы психологии. 1974. № 5. С. 19—28.

[18] См.: *Логвиненко А.Д., Жедунова Л.Г.* Психологический механизм адаптации к инвертированному зрению // Вопросы психологии. 1980. № 6. С. 97—108.

зрительно-моторные задачи, в которых адаптации не было в течение всех 145 *ч* экспериментального времени[19]. Ввиду важности этого факта для понимания психического механизма адаптации, рассмотрим его более детально.

Задача испытуемого заключалась в попадании металлической стрелкой в пробковый круг, разделенный на 20 секторов. Секторы нумеровались одной из четырех букв в соответствии со сторонами света (Ю, З, С, В) и цифрой (1, 2, 3, 4, 5). Испытуемому называли номер сектора, и он должен был попасть в этот сектор круга, метнув в него стрелку. На круге никаких отметок, надписей и прочих знаков, позволяющих идентифицировать верх, низ, право и лево, не было. Испытуемого просили оценить успешность каждого попадания, т.е. сказать, удалось ли ему правильно попасть в цель. Однако ему не сообщалось, попал ли он на самом деле туда, куда требовалось. Оказалось, что оценка успешности попадания со стороны экспериментатора и со стороны испытуемого отличалась, у них были разные критерии оценки. Критерий экспериментатора — это объективный критерий. Если испытуемого просили попасть, скажем, в сектор С1, то правильным считалось попадание, при котором стрелка действительно попадала в сектор С1, в то время как испытуемый считал, что он попал правильно, если стрелка оказывалась в секторе Ю1. Таким образом, согласно критерию испытуемого, правильное попадание будет в том случае, если испытуемый видел, что он попал в тот сектор, куда он и намеревался попасть. В ходе эксперимента испытуемый довольно быстро достигал безошибочного попадания, однако, по своему собственному критерию. По критерию экспериментатора, успешность попадания даже в конце эксперимента практически не превышала 20—30% [20]. Это означает, что в рамках задачи попадания в цель испытуемый остался на уровне второй стратегии адаптации. Следует сказать, что в этом же эксперименте использовались и другие, более традиционные тесты зрительно-моторных координаций, в которых испытуемый демонстрировал полную моторную адаптацию. Кроме того, все наши испытуемые к концу адаптационного эксперимента ездили на велосипеде, поднимались по лестнице и т. п. Поэтому не может быть никаких сомнений в том, что у них произошла полная моторная адаптация в широком смысле слова.

На наш взгляд, адаптация к инверсии является разновидностью перцептивного научения, однако, этот процесс существенно отличается от перцептивного научения в раннем детском возрасте. Широкое распространение получила точка зрения об идентичности этих процессов[21].

Процесс адаптации понимается как образование новых нервных связей, которые приходят на смену старым, имевшим место до адаптации. Этот взгляд

---

[19] См.: *Логвиненко А.Д., Жедунова Л.Г.* Психологический механизм адаптации к инвертированному зрению // Вопросы психологии. 1980. № 6. С. 97—108.

[20] Там же.

[21] См.: *Epstein W.* Variety of perceptual learning. N.Y.: MvGraw-Hill Series in Psychology, Cons., ed. by Garmezy N., 1967.

нашел свое выражение и в самой процедуре адаптации, которая у всех исследователей имела непрерывный характер. Все экспериментаторы принимали специальные меры предосторожности во избежание попадания света в глаза испытуемым, минуя инвертоскоп, на протяжении всего многодневного эксперимента. Однако это вовсе не является необходимым для адаптации. В одном из наших экспериментов периоды инвертированного зрения были равномерно распределены между периодами нормального зрения. Испытуемый носил четыре часа инвертоскоп в первой половине дня, затем инвертоскоп снимался на два часа, после чего следовал еще один четырехчасовой период инвертированного зрения во второй половине дня. Затем инвертоскоп вновь снимался — теперь уже до утра следующего дня. Оказалось, что в этих условиях возможна полная перцептивная адаптация. Более того, она протекает совершенно аналогично адаптации при непрерывном ношении инвертоскопа[22]. Константность восприятия формы, измерявшаяся в периоды инвертированного зрения, вначале упала, а затем постепенно возвратилась к доэкспериментальному уровню. Измерения, проводившиеся в периоды нормального зрения, практически соответствовали доэкспериментальному уровню. Область инвертированного видения постепенно уменьшалась с течением адаптационного времени, так же как в предыдущих экспериментах с непрерывной адаптацией к инверсии. Аналогичная картина имела место и с успешностью попадания в зрительную цель. К середине эксперимента испытуемый, по субъективному критерию, достигал почти безошибочного попадания, в то время как с точки зрения экспериментатора успешность попадания не превышала в среднем 30%. Измерявшаяся во время двухчасовых интервалов нормального зрения успешность попадания практически не отличалась от успешности попадания, которую испытуемый демонстрировал до эксперимента.

Все это говорит о том, что в ходе перцептивной адаптации возникает новое восприятие как некое новообразование не вместо прежнего восприятия, а наряду с ним. Человек овладевает способностью строить правильно ориентированный видимый мир по инвертированному зрительному пространству, но при этом он не теряет способности воспринимать видимый мир и без инвертоскопа.

[22] См.: *Логвиненко А.Д., Жедунова Л.Г.* Адаптация к инверсии сетчаточных изображений: Непрерывное ношение инвертоскопа не является необходимым // Вопросы психологии. 1981.

Б.Н. Компанейский

[Псевдоскопические эффекты]*

В настоящем разделе мы вновь будем излагать эксперименты, в которых переплетается и взаимно обусловливает друг друга влияние центральных и периферических факторов. Но в этих экспериментах преимущественное влияние будут оказывать центральные факторы. Отделить влияние центральных факторов от периферических при исследовании проблемы формы почти невозможно, и лишь *условно,* в целях большей четкости изложения, мы подразделили наше исследование на два раздела. В настоящем разделе мы будем описывать преимущественное влияние центральных факторов. <...>

Наблюдатель смотрит в псевдоскоп на человеческое лицо. При этом никаких изменений в лице вовсе не наблюдается. Этот негативный опыт является *одним из наиболее замечательных.* Благодаря измененным глубинным ощущениям наблюдатели должны были бы видеть обратный рельеф лица с провалившимся носом, вогнутыми глазами и т.д. Однако наблюдатели этого не видят и не могут увидеть даже в том случае, если стараются представить этот образ. На сетчатой оболочке глаза даны все условия для восприятия формы в обратном рельефе. Однако такая форма не воспринимается потому, что опыт всей жизни человека противоречит такому восприятию.

Наблюдателю предлагалось посмотреть в псевдоскоп на *выпуклую скульптуру.* В этом случае она так же, как и живое человеческое лицо, *продолжала казаться выпуклой.* Однако когда испытуемому предлагалось посмотреть на *вогнутую маску* лица той же скульптуры, эта маска воспринималась *выпуклой. И даже в том случае, когда испытуемый смотрел одновременно на выпуклую и вогнутую формы лица, он видел обе формы выпуклыми.* <...>

На вертикальной оси устанавливалась передняя половина целлулоидной головки куклы. Без псевдоскопа головка воспринималась спереди выпуклой, а сзади вогнутой.

---

* *Компанейский Б.Н.* Проблема константности восприятия цвета и формы вещей // Ученые записки ЛГПИ им. А.И. Герцена / Ред. С.Л. Рубинштейн. Л., 1940. Т. 34. С. 151—158.

При восприятии в псевдоскоп кукла с обеих сторон выглядела выпуклой. Мы устанавливали ту же половину головки куклы на вращающейся вертикальной оси. При определенной скорости вращения головки зрителю казалось, что *головка не вращается, а поворачивается слегка только направо и налево.*

Положение головки «в профиль» зритель не видел, хотя при каждом полном повороте такое положение головка принимала два раза.

В данном опыте сознание объединяет в новый образ отдельные фазы (*en face* и *trois quart*) вращающейся головки и выключает те фазы, которые этому новому образу не соответствуют.

Если наблюдателю предлагалось посмотреть в псевдоскоп на какой-либо объект, имеющий неизвестную ему форму, то объект воспринимался в этом случае в обратных глубинных отношениях. Однако если наблюдатель смотрел на *известные* ему предметы, то воспринимаемые формы не изменялись. Данное явление есть проявление константности восприятия формы. <...>

При восприятии (в псевдоскоп) известных и неизвестных форм воспринимается нередко странная смесь форм, которые даны одновременно и в прямых и в обратных пространственных отношениях. Нередко один и тот же предмет в одной своей части (более знакомой) воспринимается в прямых глубинных отношениях, а в другой — в обратных. Например, если посмотреть на письменный стол в псевдоскоп, то можно нередко увидеть плоскость стола в прямых глубинных отношениях, а рельефные вырезы на его боковых сторонах — в обратных отношениях. Знакомые формы на этом столе также могут восприниматься в прямых глубинных отношениях (чернильница, лампа), а случайные формы (мятая бумага, веревка) — в обратных отношениях. <...>

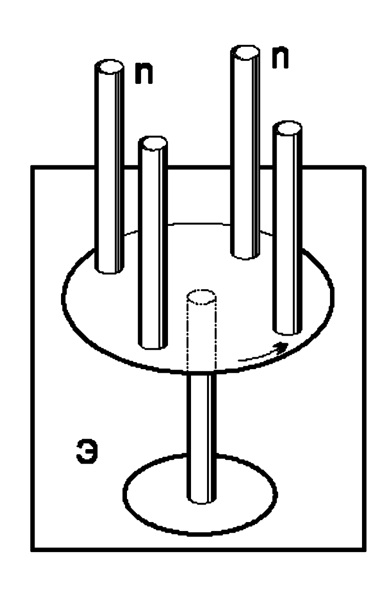


Рис. 1. Э — экран, п — пробирки с цветными жидкостями

Были установлены четыре пробирки с цветными жидкостями на вращающемся круге (рис. 1). Перед пробирками был поставлен экран, закрывающий круг, на котором стояли пробирки. Смотревшие в псевдоскоп испытуемые отмечали, что ближняя пробирка — дальше и больше, а дальняя — ближе и меньше. При медленном вращении круга, на котором стояли пробирки, испытуемые замечали, что дальняя пробирка закрывает ближнюю, и в этот момент им казалось, что пробирки менялись местами: дальняя становилась ближней, а ближняя — дальней. Но достаточно было заслоняющим друг друга пробиркам несколько отодвинуться друг от друга, как испытуемым казалось, что пробирки вновь возвращались на прежние места. При медленном вращении такие перемены происходили при каждой встрече друг с другом обеих пробирок и при каждом их отклонении

друг от друга. При быстром вращении кругов сохранялось только одно положение, большей частью соответствующее нормальному восприятию.

Данный эксперимент вновь иллюстрирует влияние сознания на константность восприятия формы. Восприятие пробирок в обратных глубинных отношениях возможно только в том случае, когда оно не противоречит прошлому нашему опыту. Как только мы убеждаемся, что задняя пробирка начинает закрывать переднюю, положение пробирок мгновенно «перевертывается», и вступает в силу явление константности восприятия формы. Ощущения глубины пространства снимаются, и возникает трансформированное восприятие формы в прямых и глубинных отношениях. <...>

Если взять в руку рюмку или стеклянный бокал на длинной ножке и посмотреть на него в псевдоскоп, то верхняя часть бокала (или рюмки) «вывернется», так что передняя стенка его будет казаться просвечивающей через заднюю стенку. Это произойдет потому, что бокал — стеклянный, и то обстоятельство, что передняя стенка просвечивается через заднюю, не осознается. Однако задняя сторона основания бокала заслоняется его ножкой. Поэтому основание бокала не переворачивается, и ближняя его сторона кажется ближе, а дальняя — дальше. Если в момент восприятия слегка наклонить бокал вперед или назад (верхней его частью), то при наклоне вперед мы будем воспринимать наклон не вперед, а назад. Однако низ бокала воспринимается в прямых глубинных отношениях и также отклоняется назад. Что же делается с ножкой бокала? Она сгибается. Бокал как бы складывается пополам; и только когда бокал наклоняется вперед очень сильно и малопрозрачные части бокала закрываются прозрачными его частями, то бокал воспринимается в соответствии с действительным своим положением.

Данный эксперимент показывает, насколько сильно влияние сознания при оценке пространственных форм. <...> В этом случае суммируется весь предшествующий опыт, на основе которого и дается более правильная оценка явления. <...>

На человеческую руку были положены жгуты, скрученные из папиросной бумаги. Фиксируя внимание на фактуре жгутов, после нескольких секунд испытуемые начинали видеть жгут в обратном рельефе, т. е. в виде вогнутого желоба. Вслед за тем они через некоторое время замечали, что жгут постепенно как бы вдавливался и опускался под кожу. Если жгут был положен на руку выше ее кисти и опоясывал руку несколько раз в виде браслета, то через некоторое время испытуемые воспринимали в виде желоба также и руку. При этом кожа между двумя кольцами жгута казалась сплошным пузырем, поднимающимся над желобами жгутов. Рис. 2 *А* изображает схематический продольный разрез поверхности руки с наложенными на нее жгутами. Рис. 2 *Б* изображает форму руки так, как она дана в обратном рельефе, и рис.2 *В* изображает ту же форму так, как она воспринимается испытуемыми. Из рисунка видно, что при рассматривании руки в псевдоскоп участки кожи *б, б, б* поднимаются над жгутами, которые пре-

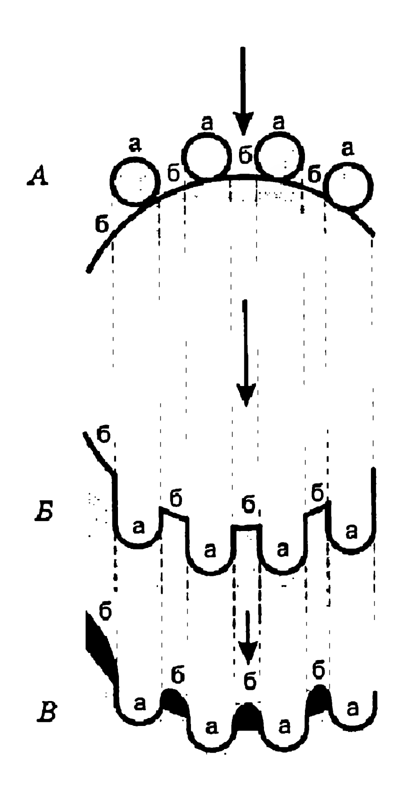


Рис. 2 А, Б, В. а — жгуты, б — поверхность тела

вращаются в желоба *а, а, а.* Но сознание трансформирует висящие в пространстве над желобами полоски кожи в пузыревидные вздутия, опускающиеся вниз, так как весь опыт предшествующей жизни противоречит осознанию такой формы, которая представляла бы собою висящие в воздухе полоски кожи над помещенными в глубине желобами. И вот края полосок кожи опускаются вниз так, что кожа воспринимается как некоторые опухоли, поднимающиеся над жгутами. Ощущения глубины трансформируются, и возникает хотя и уродливая, но все же возможная форма. Что же касается теней, которые падают от жгутов на кожу, то они также не могут более восприниматься, как тени, так как кожа находится *над* жгутами и теням быть неоткуда. Поэтому тени осознаются как землистый цвет изъязвленных опухолей.

Если на лицо человека (с закрытыми глазами) положить тот же жгут, расположив его так, чтобы он образовал на лице клубок переплетающихся и образующих «окна» шнуров, то характер восприятия изменится еще в большей степени. В «окна», образуемые жгутом, будут видны неправильной формы «пузыри», поднимающиеся над желобами жгута, нос провалится; если же случайно посредине его будет расположен жгут, то нос будет восприниматься как два провала среди рваных вздутий из человеческой кожи: от человеческого лица не останется ничего, что хотя бы отдаленно было в состоянии напомнить его. Воспринимаемая форма будет скорее напоминать форму пузырей на человеческом торсе. Впечатление усиливается еще тем, что воспринимаемый объект трехмерен и что при некоторой перемене точки зрения форма будет вследствие этого изменяться. При этом перспективные отношения исказятся, изменяющиеся тени будут восприниматься как изменения в землистом цвете отдельных участков кожи, а вся воспринимаемая форма в целом приобретет еще большую реальность своих пространственных форм и еще большую пластичность. Если жгуты, покрывающие лицо, снимаются, то испытуемый видит в псевдоскоп обычное человеческое лицо. Восприятие изменяется также в том случае, если человек, на лице которого положены жгуты, откроет глаза: глаза не воспримутся в обратном рельефе, а вместе с глазами воспринимается в прямом рельефе и все лицо.

Анализируя данный эксперимент, следует, прежде всего, отметить, что испытуемые никогда не в состоянии предвидеть, как ими будет осознана предъявляемая форма при ее восприятии в псевдоскоп. Осознание (в искусственных

условиях нашего эксперимента) предъявляемого испытуемому объекта как человеческой руки непрерывно «мешало» процессу восприятия. Особенно трудно было сломать сопротивление сознания, когда оно «навязывало» хорошо известные формы и подавляло подлинные ощущения. При этом обнаруживались индивидуальные отклонения: одни испытуемые видели то, что они ощущали, другие же — то, что представляли. Иногда для подавления привычных «представлений» требовалось очень большое время — 30 и более минут. При этом особенно помогало предъявление неизвестных испытуемому форм, в особенности имеющих небольшой рельеф: такие формы легко воспринимались в их псевдорельефе, а вслед за ними воспринимались в обратных отношениях и знакомые испытуемым формы.

Можно предполагать, что трудности для такого *псевдоглубинного* восприятия возникали также и вследствие зависимости между конвергенцией и аккомодацией. Аккомодация в данном случае была отрицательным фактором, так как чем дальше был объект, тем сильнее была конвергенция, и чем ближе был объект, тем слабее была конвергенция.

Однако на близком расстоянии глаз должен аккомодировать сильнее, а на далеком слабее. Поэтому аккомодация была в антагонистических отношениях к конвергенции: ощущения, возникающие вследствие аккомодации, вызывали восприятие прямого рельефа, а глубинные ощущения и ощущения, возникающие вследствие конвергенции, вызывали восприятие обратного рельефа.

Трудности возникали также и вследствие того, что при предъявлении в псевдоскоп трехмерного объекта оба изображения не сразу сливались в одно. Если же объект воспринимался одним глазом, то действительная его форма легко осознавалась, а затем, когда возникало слияние обоих изображений, представления прямых глубинных отношений были достаточно сильными, чтобы противодействовать восприятию новой формы. Поэтому во время эксперимента рекомендуется предварительно закрывать предъявляемый объект и постепенно открывать его лишь после того, как осуществится слияние открытых частей обоих изображений. «Знание», что объект должен восприниматься в «псевдоглубинных» отношениях, никому из испытуемых помочь не могло. Испытуемые смотрели на объект, например, на руку со жгутами, и «видели» то, что им дано в представлении: сознание, что перед ними человеческая рука, подавляло ощущение глубины. Мы советовали в этом случае не обращать внимание на воспринимаемое, «забыть» о том, что они видят, думать о постороннем и относиться к воспринимаемому как к неизвестному и безразличному. При этом мы накладывали дополнительно на руку папиросную бумагу и постепенно ее отодвигали. Если процесса «узнавания» постепенно открывающейся руки не возникало, то рука воспринималась в псевдоглубинных отношениях и осознавалась уже в новой своей форме. Восприятие новой формы было обусловлено глубокими центральными процессами больших полушарий коры головного мозга. Сознание участвовало в процессе восприятия лишь в качестве «зрителя». Иногда

проходило довольно много времени, пока автор настоящей работы внезапно начинал «видеть» рассматриваемый им объект в псевдоглубинных отношениях. Что будет воспринято, испытуемому неизвестно, и предвидеть это весьма трудно. Новая форма созидается вне контроля нашего сознания; сознается только то, что создано более глубокими процессами при одном, конечно, условии, что новая форма не находится в противоречии с нашими представлениями. Но в этом «согласовании» сознание не участвует. Почему рука и лицо не изменяются без наложенных на них жгутов? Потому, что жгуты имеют случайную форму, и привычные «представления» не подавляют псевдоглубинных «ощущений» при восприятии жгутов в псевдоскоп. Эти отдельные участки, воспринимаемые в обратных глубинных отношениях, являются как бы очагами, распространяющими свое влияние на окружающие участки кожи руки или лица, которые при этом «поднимаются», если удается вытеснить «представления» этих участков, кожи рук или лица.

Из данного эксперимента видно, какие трудности возникают в тот момент, когда ощущения находятся в противоречии с привычными представлениями, и какие условия необходимы, чтобы увидеть то, что мы ощущаем. <...> Но чем более «мешает» прошлый опыт формированию нового образа в искусственных условиях, тем более он «помогает» правильному отображению формы в реальной действительности.

В.В. Столин

Пространственная форма и предметность образа[*]

Обратимся теперь вновь к псевдоскопическим трансформациям <...> Перед испытуемым ставилась на полу обычная фарфоровая миска, не доверху наполненная подкрашенной жидкостью. Когда происходила трансформация воспринимаемой формы миски, жидкость оказывалась поверх вывернутой поверхности. Однако теперь это уже не было жидкостью: одни испытуемые видели желе, другие — пластмассу, третьи — «студень», иногда металл. В любом случае жидкость превращалась во что-то такое, что могло бы удержаться на выпуклой поверхности. Вместе с тем изменялись все переживаемые (как зрительно, так и незрительно) качества того, что до трансформации было жидкостью. Так, в прямом рельефе наблюдатель мог воспринимать два цвета, соответствующие двум предметам, — цвет самой миски и цвет жидкости, которая налита в миску. Однако эти два цвета передаются единым цветом одного фрагмента зрительного поля. Когда этот фрагмент служит исходным материалом для образа другого предмета — металла, пластмассы, то меняется и цвет. Вместо двух воспринимается один, соответствующий новому предмету. <...>

В миску с жидкостью, после того как она воспринималась трансформированно, бросался твердый предмет. При этом у большей части наблюдателей вновь происходило возвращение к восприятию прямого рельефа. Этот промежуток времени мог быть небольшим, но наблюдатель все же успевал отметить этот переход. Иногда возникала иная картина: разжимался тот участок «желе», в который непосредственно попадал предмет. Если же твердый предмет бросался в пустую миску, также воспринимаемую инвертированно по глубине, перехода к прямому восприятию, как правило, не происходило. Несколько иная модификация состояла в том, что в миску наливалась вода в тот момент, когда она

---

* Восприятие и деятельность / Под ред. А.Н.Леонтьева. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. С. 186—192.

воспринималась в обратном рельефе. В этой ситуации вновь либо происходил переход к прямому восприятию, либо в «перевернутой» миске появлялось как бы перцептивно подразумеваемое углубление, в которое и вливалась жидкость.

В этой демонстрации предметные взаимодействия обнаруживали такие свойства видимого предмета, которые никак не могли быть свойственны предмету реальному. Это и обусловливало опредмечивание соответствующего фрагмента поля в соответствии с логикой возможного.

Конечно, не обязательно, чтобы действие, проявляющее свойства предмета, состояло в физическом взаимодействии тел. Достаточно, оказывается, и перцептивного действия — того, что обычно называют разглядыванием, подразумевая при этом смену точек фиксации и, главное, позиций наблюдения. Очень наглядным в этом смысле является тот факт, что такое разглядывание в псевдоскоп некоторого воспринимаемого в обратном рельефе предмета, при котором наблюдатель меняет позицию наблюдения, покачиваясь и отклоняясь назад и вперед, отнюдь не ухудшает стабильность воспринимаемой картины. Наоборот, эти движения, как правило, приводят к большей стабилизации воспринимаемого обратного рельефа. С традиционной точки зрения этот факт парадоксален: казалось бы, при движениях наблюдателя самые сильные монокулярные признаки — динамические (монокулярный параллакс, изменение размеров, изменение крутизны градиента текстуры) — должны выступать против обратного рельефа. Однако никакого парадокса нет: качества зрительного поля, соответствующие этим признакам, приобрели новое значение в псевдоскопическом образе. Теперь, если изменение воспринимаемой картины не противоречит этому новому значению, то они будут только поддерживать, а не ослаблять воспринимаемую организацию.

Чтобы отдифференцировать различные аспекты действия семантических факторов на восприятие пространственной формы, было введено понятие предметных норм[1]. Под нормами понимались некоторые правила, отображающие существование предметов и выражающиеся в построении образа этих предметов. Описанная ситуация с преобразованием жидкости категоризовалась как действие «физических норм». Нижеописанная демонстрация иллюстрировала действие «геометрических норм».

На полу располагался конус из плотной «бархатной» зеленой бумаги. Рядом с конусом, хоботом к наблюдателю, ставился слоник. На спине слоника и на поверхности конуса, соединяя их, укреплялся строго параллельно полу карандаш (рис. 1 *А*). На пол от карандаша падала четкая тень, подчеркивающая параллельность карандаша плоскости пола. Если при восприятии через псевдоскоп конус «проваливался» в пол, то следовало ожидать, что и карандаш тем концом, который касался конуса, «уйдет» под пол, в то же время второй конец карандаша, поддерживаемый слоником, должен был бы оставаться над полом. Однако

[1] См.: *Столин В.В.* Построение зрительного образа при псевдоскопическом восприятии // Вопросы психологии. 1972. № 6.

картина, открывшаяся в опытах, оказалась более сложной.

Испытуемым давалась инструкция: «смотреть через псевдоскоп и как можно подробнее рассказывать все, что видится». Затем испытуемому предъявлялся конус. Если он трансформировался, испытуемому предъявлялся слоник рядом с конусом, но карандашом они еще не соединялись. Обычно слоник никак не изменялся и не «уходил» под пол. Затем карандашом соединялась спина слоника и поверхность конуса, после чего испытуемый смотрел на это в течение 7–15 *мин* и рассказывал о видимой картине. По ходу опыта экспериментатор задавал иногда вопросы, фиксирующие внимание на тех или иных моментах ситуации.

В этих условиях у разных испытуемых возникали неодинаковые формы восприятия ситуации. По содержанию этих форм мы группировали их в шесть «вариантов». Каждый из этих вариантов представляет собой своеобразный «выход» из перцептивной проблемной ситуации (рис. 1).

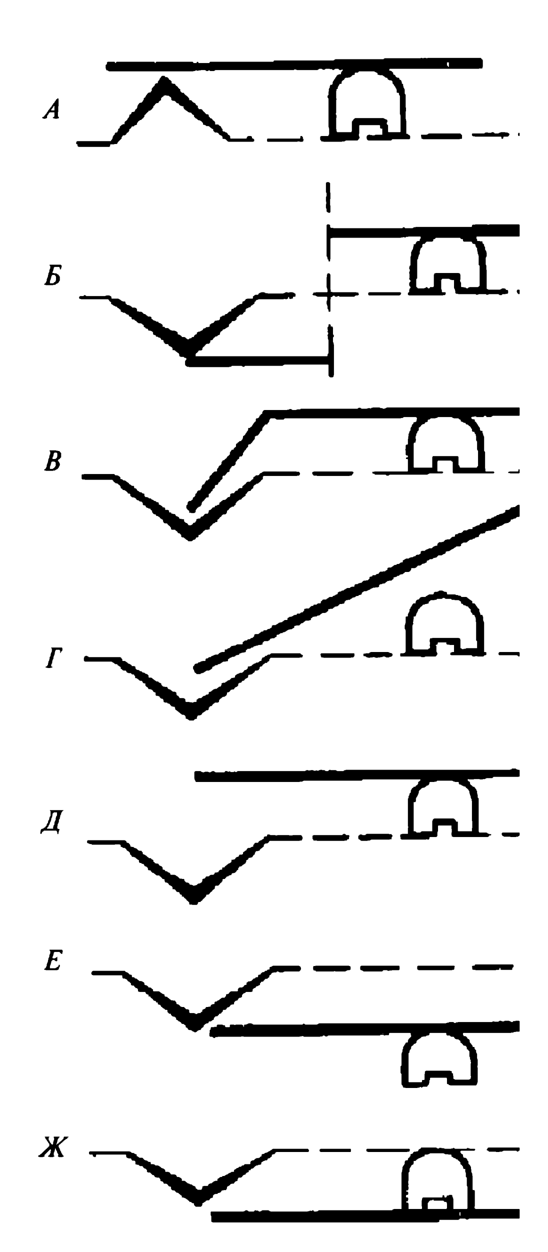


Рис. 1. А— схема исходной ситуации; *Б—Ж* — схема видения ситуации испытуемыми (по вариантам). Вариант *Д* — условен, изобразить наклон так, как он виден испытуемым, невозможно

Первый вариант мы условно обозначили как «удвоение ситуации» (рис. 1 *Б*). В этом случае конус легко трансформируется и видится как воронка. Слоник остается на поверхности поля и не трансформируется. Карандаш там, где он находится над полом и на спине слоника, видится в реальных пространственных отношениях. Там, где карандаш касается конуса, он «уходит» под пол вместе с поверхностью конуса и как бы просвечивает через нее, т.е. видится еще ниже поверхности конуса. Часть карандаша под полом параллельна ему, но снизу, в то время как часть карандаша над полом параллельна ему сверху. Испытуемый отмечает, что карандаш «как бы обрывается там, где он находится под зеленым», т.е. над поверхностью конуса. Испытуемый видит «отдельно одну половину карандаша наверху и отдельно другую внизу, в воронке». Испытуемые также отмечали, что не могут одновременно

воспринимать слоника, конус и карандаш. При попытке «схватить» ситуацию в целом у некоторых испытуемых начинались зрительные флуктуации конуса: он виделся то в прямом, то в обратном рельефе. По-видимому, мы сталкиваемся здесь с невозможностью совместить результаты отдельных фиксаций в целостный образ и, как следствие, с феноменальным существованием двух предметных ситуаций и двух зрительных (бинокулярных!) полей.

Второй вариант мы обозначили как «сгибание карандаша» (рис. 1 *В*). Испытуемые видели одновременно слоника, стоящего на полу, конус — трансформированным, карандаш — плавно изогнутым под некоторым углом там, где он находится над конусом. Характерно, что при просьбе оценить угол изгиба карандаша испытуемые оценивали его как «небольшой, незначительный», но достаточный, «чтобы коснуться поверхности конуса». Оценивая угол в градусах, называли величины, не превышающие 30°, хотя по логике картины он должен бы быть почти прямым (75–80°).

Третий вариант (рис. 1 *Г)* условно обозначался нами как «наклон карандаша». Этот вариант отличен от предыдущего только тем, что вместо изгиба карандаша видится наклонным целиком весь карандаш. Когда внимание испытуемых обращалось на тень, они охотно признавали, что она параллельна полу, но тем не менее утверждали, что карандаш наклонен. Когда их спрашивали, как такое возможно, они спокойно признавали: «значит, это не так».

Четвертый вариант («навес над воронкой») (рис. 1 *Д*) состоял в том, что карандаш как бы отрывался от поверхности конуса и виделся в нормальных пространственных отношениях. Однако иногда испытуемые затруднялись ответить, касается ли карандаш края воронки или висит над ней.

В пятом варианте («углубление слоника») (рис. 1 *Е*) слоник видится под полом, но при этом спина слоника видится почти на одном уровне с вершиной воронки. Сам слоник не трансформируется.

Шестой вариант мы условно обозначили как «разрезание слоника» (рис. 1 *Ж*). Приведем этот случай более подробно в виде описания процесса преобразования ситуации. Описание дается на примере словесного отчета одного из наших испытуемых: этот отчет в главном совпадает с отчетами других испытуемых.

Конус сразу видится как воронка, слоник — в его истинном положении. Карандаш видится то слегка наклоненным, то изогнутым. При фиксации конуса, а затем переводе взора на карандаш конус «пытается приподняться». Внезапно испытуемый начинает видеть карандаш под полом. Отношения карандаша и слоника испытуемый воспринять не успевает — слоник тоже «уходит» под пол, карандаш все еще на спине слоника. Испытуемый и на этот раз не успевает отчитаться в подробностях картины — карандаш «разрезает» спину слоника. Картина очень реальная, она обладает «изумительной устойчивостью» — даже можно видеть (несуществующие сенсорно!) стенки «выреза» в спине. Порой эта картина несколько меняется: слоник как бы становится сахарным и «подтаивает»

в том месте, где сквозь него видится карандаш. При длительном разглядывании у испытуемого возникает впечатление, что хобот «пытается задраться». Если переставить слоника головой от наблюдателя — «ноги пытаются вывернуться». Но, как утверждает испытуемый, «слон все время остается слоном».

Процесс трансформации в описанном случае особенно интересен потому, что позволяет увидеть динамику перцептивного переосмысления ситуации. То, что в других случаях выступало как конечный продукт трансформации («наклон» или «изгиб карандаша»), здесь выступает как промежуточные формы, как перцептивные пробы, в дальнейшем отбрасываемые.

Только двое (из 19) испытуемых не искали выхода из «геометрического» противоречия, «спокойно» относились к тому, что карандаш одновременно и наклонен по отношению к полу, и параллелен ему. Восприятие возникшей ситуации всеми остальными испытуемыми строилось в соответствии с объективно пространственными отношениями, что и выразилось в своеобразных «выходах» из проблемной ситуации. Каждый из остальных пяти вариантов не противоречит предметной целостности воспринимаемого: первый — за счет «удвоения» ситуации и тем самым устранения конфликта, второй — за счет иллюзорного изгиба, там, где нет четких ориентиров параллельности карандаша плоскости пола, четвертый — за счет зрительного отрыва карандаша от поверхности конуса, пятый — за счет большего «углубления» слоника, шестой — за счет «прорезания» фигурки.

Эта и предыдущие демонстрации показывают, что «семантико-логическая» регуляция действует внутри самого процесса порождения пространственного образа. Они иллюстрируют единство пространственного формообразования и опредмечивания зрительного поля. Конечно, «геометрические», «физические» и т.п. нормы — это лишь условный термин, служащий для дифференциального описания феноменологии. Прочесть истинные формулировки семантических правил, диктующих то или иное опредмечивание зрительного поля, — задача будущих исследований.

А.Д. Логвиненко

Зрение без сетчатки*

Изучение восприятия при оптических трансформациях сетчаточного изображения привело к постановке ряда фундаментальных теоретических проблем в психологии познавательных процессов. Прежде всего, возникает вопрос о том, каковы адаптивные возможности зрительной системы. Создается впечатление, что сколь угодно сложные пространственные трансформации сетчаточных изображений могут быть преодолены в процессе адаптации. Иными словами, информация, необходимая для построения адекватного предметного образа, может быть извлечена из сколь угодно сильно трансформированного сетчаточного изображения. Возникает соблазн поставить проблему следующим образом: а является ли вообще необходимым собственно сетчаточное изображение для построения адекватного зрительного образа? Современная психология восприятия располагает экспериментальными данными, которые наводят на мысль о том, что ответ на поставленный вопрос может быть отрицательным. На первый взгляд, предположение о том, что зрение возможно без сетчатки, кажется фантастичным, если не абсурдным. Однако успехи в области зрительного протезирования заставляют по иному отнестись к этой проблеме.

Попытки вернуть зрение слепорожденным или утратившим его в результате травмы разворачиваются в настоящее время в двух направлениях. Во-первых, интенсивно исследуются центральные (корковые) фосфены. Известно, что если подвергнуть прямому электрическому раздражению нейроны 17-го поля коры больших полушарий, пациент будет переживать световые вспышки (фосфены), пространственная локализация которых строго определяется местоположением нейрона. Идея состояла в том, чтобы, используя электростимулятор, задавать конфигурацию фосфенов, соответствующую форме объекта, и тем самым вернуть пациенту возможность зрительно различать предметы. В силу ряда причин существенного продвижения в этом направлении получено не было. Второй путь — метод зрительно-тактильной замены — оказался более удачным.

---

* *Логвиненко А.Д.* Зрительное восприятие пространства. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. С. 89—96.

Суть этого подхода состоит в создании «кожного зрения». В общих чертах метод заключается в следующем. На спине или животе пациента крепится матрица вибротактильных датчиков. Элементом этой матрицы является датчик, который наносит легкий механический удар с определенной частотой. Сила удара и частота подбираются с таким расчетом, чтобы тактильные ощущения при длительной вибростимуляции были достаточно комфортны и не подвергались адаптации. С помощью вибротактильной матрицы можно создавать пространственные узоры тактильных ощущений, которые мы будем называть *паттернами*. Паттерны формируются с помощью телевизионной камеры. Интенсивность вибротактильного удара кодирует яркость в соответствующей точке пространства. Проводя аналогию с телевидением, можно сказать, что изображение с телевизионной камеры подается не на экран электронно-лучевой трубки, а на поверхность кожи испытуемого.

Первые впечатления испытуемого, снабженного такой системой, сводятся к ощущениям щекотки. Однако спустя некоторое время это переживание сменяется отчетливым ощущением конфигураций, задаваемых матрицей. Испытуемый начинает отличать вертикальную линию от горизонтальной, возникает способность опознавать некоторые элементарные фигуры. Наиболее важная особенность этих ощущений, которая проявляется после некоторого периода адаптации, состоит в том, что они перестают переживаться как тактильные ощущения, локализованные на границе тела и окружающего пространства, а объективируются и выносятся вовне.

Большой интерес представляют записи аспиранта философского факультета Нью-Йоркского университета Гварниеро, слепого от рождения, который в течение трех недель адаптировался к тактильному «зрению»[1]. Прежде всего, обращает на себя внимание та настойчивость, с которой он подчеркивает «нетактильный» характер переживаемых образов.

> Хотя стимулировалась лишь соматосенсорная кора, — пишет он, — тем не менее переживаемое качество ощущений никак нельзя назвать качеством, присущим тактильным ощущениям. Вместо того, чтобы вводить новое слово, или употреблять такие слова, как «осязание» или «прикосновение», я буду пользоваться словом «видеть» для описания того, что я ощущал[2].

Записи Гварниеро во многом напоминают дневники самонаблюдений, которые вели испытуемые в экспериментах с хронической адаптацией к оптическим трансформациям. Они представляют систематический отчет о том, как происходило перцептивное научение в этой ситуации, т.е. как восстанавливалась способность адекватно воспринимать предметный мир.

Ощущения, как уже отмечалось выше, лишь в первые часы адаптации были локализованы на поверхности кожи. Вначале на основе этих ощущений

---

[1] См.: *Guarniero G.* Experience of tactile vision // Perception. 1974. Vol. 3. P. 101—104.

[2] См.: *Guarniero G.* Experience of tactile vision // Perception. 1974. Vol. 3. P. 101.

испытуемый мог судить лишь о том, движется образ объекта или нет. Поскольку перемещение паттерна могло быть вызвано двумя причинами, — с одной стороны, перемещением объекта, с другой стороны, перемещением телевизионной камеры, укрепленной на голове испытуемого, т.е. перемещением самого испытуемого, — в начальном периоде адаптации испытуемый не мог отличить движение объекта от собственных перемещений. Однако первое, чему он научился в ходе адаптации, было именно это различение. Интересно отметить, что вначале испытуемый сознательно *ожидал* перемещение паттерна в противоположную сторону во время собственных движений. В дальнейшем эта деятельность сворачивалась, автоматизировалась, и испытуемый просто переживал объект неподвижным при его сканировании телевизионной камерой.

Достижение стабильности нового перцептивного мира позволило перейти к решению следующей важной задачи: симультанному опознанию объекта. Длительное время испытуемый опознавал предметы «атомистически», т.е. после продолжительного сканирования. Попытки ускорить формирование симультанного восприятия состояли в следующем. Испытуемому назывался объект, затем он экспонировался, а после этого испытуемому предлагали ознакомиться с ним при помощи рук. Иногда порядок изменяли: сперва знакомство с предметом посредством активного осязания, затем «рассматривание» его телекамерой. Ни первый, ни второй путь успеха не принесли. Испытуемый никогда не опознавал «зрительно» объект, который прежде не встречался в его новом «зрительном» опыте, даже после осязательного знакомства с ним.

> Мне так и не удалось установить какую-нибудь связь между тем, как нечто «выглядит», и тем, как я ощущаю это нечто посредством осязания. Это не удавалось ни на этой стадии[3], ни позже. Поскольку мне не удалось опознать предмет, который я «видел», как тот самый, который известен мне по осязанию, мне понадобилось некоторое время, чтобы связать название вещей и их новые образы[4].

К сожалению, процесс возникновения симультанного восприятия так и остался непонятым. Гварниеро лишь констатировал, что предметы, часто появляющиеся в его новом зрительном опыте, спустя некоторое время начинали опознаваться по некоторым характерным признакам.

Необходимо отметить, что новый перцептивный опыт, о котором шла речь выше, испытуемый приобретал в особых экспериментальных условиях. Объекты экспонировались на белом экране, благодаря чему достигался высокий уровень контраста, необходимый для успешного выделения «фигуры из фона», причем экран располагался всегда на одном и том же расстоянии от испытуемого.

Следующим усложнением обучения, которое приближало ситуацию еще на один шаг к нормальным условиям работы зрительной системы, было введение в телекамеру объектива с переменными фокусным расстоянием и оптической

[3] Имеется в виду стадия обучения симультанному восприятию с помощью осязательного знакомства с предметом.

[4] См.: *Guarniero G.* Experience of tactile vision // Perception. 1974. Vol. 3. P. 102.

силой. Это давало возможность испытуемому увеличивать и уменьшать изображение предмета и его частей по своему усмотрению. При постоянном «поле зрения», которое создавала телекамера, это означало, что у испытуемого возникла новая сложная перцептивная задача: по изменяющейся величине паттерна научиться судить об истинной величине объекта[5]. Для овладения навыками константного восприятия величины предмета испытуемому потребовался лишь один час тренировки с новой камерой. В дальнейшем оптическое «увеличение» объекта широко использовалось испытуемым для «подчеркивания» существенных признаков при опознании мелких объектов.

По достижении константного восприятия перед испытуемым была поставлена задача на восприятие относительной дистанции. Так, к примеру, экспонировалась ваза с двумя цветками, и испытуемого просили указать, какой из цветков (правый или левый) был более удален от испытуемого. Овладение адекватным восприятием относительной удаленности строилось на основе таких зрительных признаков, как величина паттерна объекта и перекрытие: объекты, контуры паттернов которых прерываются паттернами других объектов, виделись более удаленными, нежели последние. Восприятие абсолютной удаленности объекта происходило на основе таких признаков, как величина паттерна и уровень объекта над горизонтом. Последнее означает, что те объекты, которые располагались в «поле зрения» выше, нежели другие, виделись как более удаленные по сравнению с последними. Формирование описанных выше действий по овладению признаками удаленности вначале проходило в форме развернутых осознанных умозаключений, а затем этот процесс сворачивался, и возникало впечатление непосредственного восприятия.

> Вначале, — отмечает Гварниеро, — связь удаленности с приподнятостью в «поле зрения» была результатом осознанной дедукции с моей стороны, но вскоре я перестал осознавать, что совершаю такую дедукцию[6].

Следующим этапом адаптации было овладение еще одной формой константности восприятия: перманентностью образа. Дело в том, что до сих пор объекты экспонировались в строго определенном и всегда постоянном положении. Так, для испытуемого не составляло труда опознать игрушечную лошадь, если она экспонировалась в профиль. Однако трудности возникли, когда он впервые увидел игрушку в фас. Несмотря на значительный прогресс в этой области, все же полностью преодолеть эти трудности испытуемому так и не удалось до конца адаптации. Преодолению этих трудностей и научению способам константного восприятия формы способствовали упражнения с вращающимся диском. Задача состояла в том, чтобы установить истинную форму объекта по эллиптическому паттерну.

---

[5] Ситуация аналогична проблеме собственных движений и перемещений объекта; действительно, увеличение вдвое паттерна квадрата может означать, что либо экспонируется вдвое больший квадрат, либо увеличение произошло вследствие изменения оптической силы объектива телекамеры.

[6] См.: *Guarniero G.* Experience of tactile vision // Perception. 1974. Vol. 3. P. 103.

Заключительная стадия адаптации была посвящена формированию координаций «камера — рука», которые являются аналогом координаций «глаз — рука» и лежат в основе точностных движений, без которых немыслима активная деятельность испытуемого. Вначале испытуемый научился осознавать и константно воспринимать части своего тела, и в частности руки. Затем происходило обучение попаданию рукой в цель, схватыванию предмета и т.п. Освоением «глазо»-двигательных координаций завершилось трехнедельное обучение испытуемого кожному зрению. В заключение приведем резюмирующее записи Гварниеро высказывание, дабы еще раз подчеркнуть отсутствие какой-либо метафоричности в понятии «кожное зрение».

> Как я уже отмечал в начале данной статьи, — пишет Гварниеро, — я употреблял слово «видеть» за неимением лучшего. Это не просто трудность лексического, словарного характера, это — понятийная трудность. Очень скоро после того, как я овладел навыками сканирования, я перестал чувствовать, что ощущения находятся на моей спине и все менее и менее осознавал вибротактильные датчики в момент их контакта с моей кожей. В это самое время предметы приобрели верх и низ, правую и левую стороны, однако глубина отсутствовала — они существовали в упорядоченном двухмерном пространстве, точное местоположение которого еще оставалось неопределенным[7].

В зрительном характере образов, которые приобрел Гварниеро, убеждают и некоторые эксперименты, которые проводились в ходе обучения[8]. Экспозиция состояла из четырех точек, образующих вершины квадрата. Точки вспыхивали попарно с некоторым временным интервалом, причем пара состояла из точек, лежащих на одной диагонали квадрата. Неадаптированные испытуемые воспринимали эту экспозицию как иллюзорное перемещение двух точек либо в вертикальном, либо в горизонтальном направлении. Испытуемые же, имевшие опыт кожного зрения, переживали такие же иллюзорные феномены, как и зрячие, которым экспонировались эти стимулы на экране осциллоскопа, а именно: некоторые сообщали о спонтанных реверсиях направления видимого движения, некоторые же испытуемые видели вращающуюся линию с неподвижным центром, что напоминало вращение крыльев ветряной мельницы. Ясно, что возникновение такого рода «зрительных иллюзий» не сводится лишь к тактильным ощущениям с последующей сознательной дедукцией.

Более того, после обучения кожному зрению у пациентов возникали некоторые классические зрительные иллюзии. Так, можно было наблюдать известную иллюзию *водопада*. Экспонировался вращающийся барабан с нанесенными на его стенки вертикальными черными полосами. Спустя 30 *с* барабан останавливался, и некоторые испытуемые сообщали, что вертикальные полосы видятся как бы движущимися в противоположную сторону.

---

[7] *Guarniero G.* Experience of tactile vision // Perception. 1974. Vol. 3. P. 104.

[8] См.: *Bach-y-Rita, P., Scadden L.A., Collins C.C.* Tactile television system. Smith—Kettlewell Institute of Visual Sciences, Institute of Medical Sciences, Pacific Medical Center, San Francisco, March 1975.

Х. Шиффман

Кожное зрение: система тактильно-визуального замещения*

Группой исследователей была разработана *система тактильно-визуального замещения*[1]. <...> Схема этой установки представлена на рис. 1. Установка для реализации способа замещения визуальной стимуляции тактильной состоит из

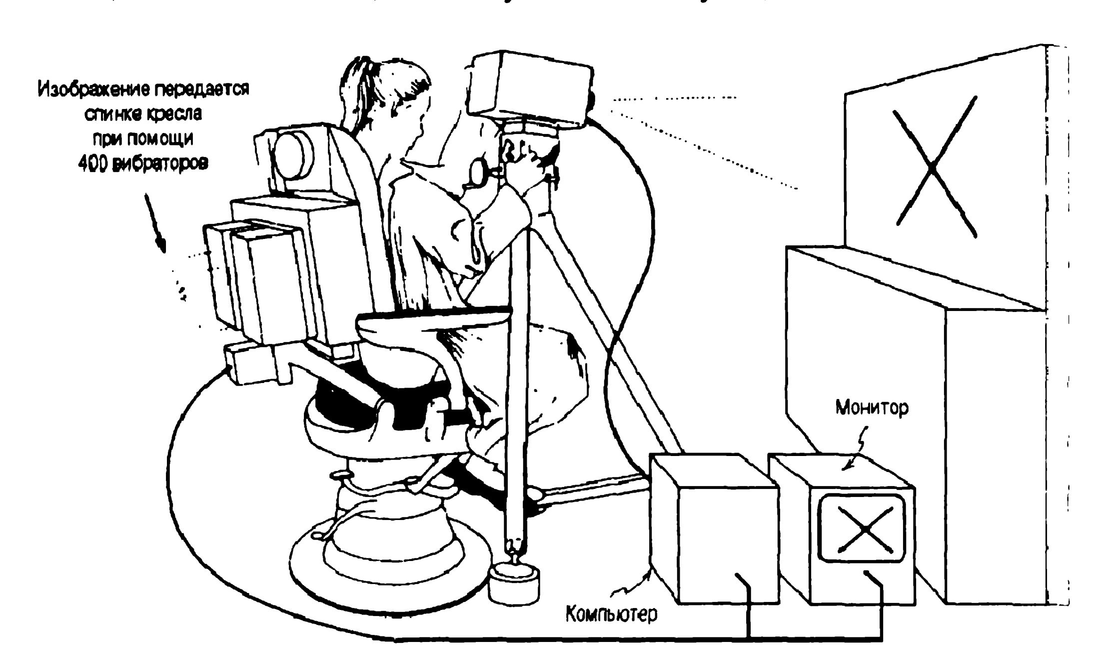


Рис. 1. Схема установки для реализации способа замещения визуальной стимуляции тактильной[2]

---

* *Шиффман Х.* Ощущение и восприятие. СПб.: Питер, 2003. С. 661—664.

[1] См.: *White B.W., Saunders F.A., Scadden L, Bach-y-Rita P., Collins C.C.* Seeing with the skin // Perception & Psycbophysics. 1970. Vol. 7. P. 23—27; *Collins C. C.* Tactile vision synthesis // Visual prosthesis / T.D. Sterling, E.A. Bering S.V. Pollack, H.G. Vaughan (Eds.). N.Y.: Academic Press, 1971.

[2] См.: *White B.M. et al.* Seeing With the Skin // Perception & Psychophysics. 1970. Vol. 7. P. 26.

установленной на треноге телевизионной камеры, играющей роль «глаза» и связанной с матрицей размером 20 × 20 из 400 вибраторов, которая вмонтирована в стационарно зафиксированное зубоврачебное кресло (рис. 2). Электроника трансформирует видеоизображение таким образом, что вибратор активен тогда, когда оно попадает на освещенный участок «поля зрения» видеокамеры. В тот момент, когда в объектив камеры попадает изображение, испытуемый, сидящий в кресле и прижимающийся спиной к его спинке, стимулируется определенным образом. Так, когда испытуемый разворачивает телевизионную камеру, паттерны интенсивности света, попадающие в ее объектив, дублируются паттернами вибрации, стимулирующими кожу спины испытуемого.

Результаты этого грубого тактильного представления визуального изображения поражают. После непродолжительного знакомства с системой испытуемые, как слепые, так и зрячие с завязанными глазами, могли воспринимать некоторые несложные визуальные дисплеи. Когда у испытуемых была возможность «сканировать» фигуры, поворачивая камеру, простые геометрические формы — круг, треугольник и квадрат — распознавались совершенно точно, а ошибки исправлялись немедленно.



Рис. 2. Матрица вибраторов, вмонтированная в спинку кресла[3]

Более того, опытные наблюдатели могли распознавать объекты и описывать их расположение на столе, когда камера направлялась на них сверху, под углом к горизонту, примерно равным 20°. Некоторые из предъявлявшихся объектов

[3] См.: *White B.M. et al.* Seeing With the Skin // Perception & Psychophysics. 1970. Vol. 7. P. 26.

частично перекрывались объектами, расположенными на переднем плане, при этом определенные признаки глубины и удаленности, содержавшиеся в визуальной сцене, присутствовали и в соответствующем ей тактильном представлении. Одним из признаков расположения объекта в глубине было его расположение на вертикальной линии кожного дисплея: чем дальше лежал объект на столе, тем выше он располагался на тактильном дисплее.

Второй признак тактильного восприятия глубины основан на знакомой читателям обратной зависимости между величиной сетчаточного образа и физической удаленностью объекта от наблюдателя <...>. Изменение величины сетчаточного образа, всегда сопровождающее изменение расстояния между объектом и наблюдателем, также отражено в тактильных дисплеях, создаваемых системой тактильно-визуального замещения. Одним из тех, кто испытывался на описанной выше установке, был слепой психолог, который в течение многих лет рассказывал своим ученикам об этой обратной зависимости между сетчаточным изображением объекта и его физической удаленностью от наблюдателя, но по понятной причине ни разу не испытал этого на собственном опыте. Его ощущения от увеличения тактильного изображения по мере того, как объект оказывался все ближе и ближе к камере, и от его уменьшения, когда расстояние между камерой и объектом увеличивалось, можно назвать настоящим откровением.

Для эффективной работы на установке при реализации способа замещения визуальной стимуляции тактильной чрезвычайно важны некоторые обстоятельства. Принципиальное значение имеет положение телевизионной камеры: оно не должно быть фиксированным и испытуемый должен активно контролировать его. Когда испытуемые поворачивают камеру, «рассматривая» с ее помощью фигуры, образующие визуальный дисплей, одновременно изменяется и активность вибраторов, без чего невозможно осмысленное восприятие тактильной стимуляции.

Результатом дальнейшего усовершенствования способа замещения визуальной стимуляции тактильной явилось как расширение его возможностей, так и увеличение объема «сообщаемой» им тактильной информации. Для этой цели были разработаны различные варианты тактильных дисплеев, предназначенные для использования в сочетании с различными участками кожного покрова, в том числе с животом и лбом[4], а также с кончиками пальцев и ладонью[5]. Тактильный

---

[4] См.: *Cholewiak R.W., Sherrick C.E.* A computer-controlled matrix system for presentation to the skin of complex spatiotemporal patterns // Behavioral Research Methods and Instrumentation. 1981. Vol. 13. P. 667—673.

[5] См.: *Amato I.* Feeling at your fingertips // Science. 1992. Vol. 258. P. 1436; *Lambert L., Lederman S.J.* An evaluation of the legibility and meaningfulness of potential map symbols // Journal of Visual Impairment and Blindness. 1989. Vol. 83. P. 397—403; *Shimizu Y.* Tactile display terminal for the visually handicapped // Displays. 1986. Vol. 7. P. 116—120; *Shimizu Y., Saida S., Shimura H.* Tactile pattern recognition by graphic display: Importance of 3-D information for haptic perception of familiar objects // Perception & Psychophysics. 1993. Vol. 53. P. 43—48; *Jansson G.* Can a haptic display ren-

дисплей, форму и паттерн которого способны воспринимать незрячие люди, представлен на рис. 3.



Рис.3. Тактильный дисплей для восприятия визуальной информации пальцами и ладонью

Дисплей состоит из матрицы, образованной примерно 4000 булавок с закругленными тупыми концами, меняя высоту которых можно воспроизвести паттерн конкретного стимула. Расстояние между булавками — 2 *мм*, общая площадь дисплея — 120 Ч 120 *мм*. В качестве примера представлен паттерн ладони[6]

На базе сложной тактильной информации незрячий человек способен понять многие аспекты зрительного восприятия пространства[7]. Не исключено, что восприятие формы слепыми, основанное на тактильной информации, базируется на многих из тех пикториальных признаков, на которых базируется и восприятие формы зрячими людьми[8]. Ощупывая «корректные» в пикториальном смысле этого слова поверхности, незрячие люди без труда понимают, каким образом на плоскости изображаются глубина, удаленность, наклон, градиенты текстуры, относительный размер и некоторые взаимосвязи между объектами (например, соотношения «фигура—фон» или «передний план»—

dering virtual 3D objects be useful for people with visual impairment? // Journal of Visual Impairment and Blindness. 1999. Vol. 93. P. 426—429.

[6] См.: *Shimizu Y., Saida S., Shimura H.* Tactile pattern recognition by graphic display: Importance of 3-D information for haptic perception of familiar objects // Perception & Psychophysics. 1993. Vol. 53. P. 45.

[7] См.: *Kennedy J.M.* Recognizing outline pictures via touch: alignment theory // Touch representation, and blindness / M.A. Heller (Ed.). London: Oxford University Press, 2000.

[8] См.: *D'Angiulli A., Kennedy J.M., Heller M.A.* Blind children recognizing tactile pictures respond like sighted children given guidance in exploration // Scandinavian Journal of Psychology. 1998. Vol. 39. P. 187—190.

«задний план»)[9]. Специально для тактильного восприятия слепыми создан ряд сложных и содержащих различные пространственные детали произведений искусства, включая скульптуры и барельефные фрески[10].

---

[9] См.: *Heller M.A.* Haptic perception in blind people // The psychology of touch / M.A. Heller, W. Schiff (Eds.). Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1991; *Heller M.A., Calcaterra J.A., Tyier L.A., Burson L.L.* Production and interpretation of perspective drawings by blind and sighted people // Perception. 1996. Vol. 25. P. 321—334; *Holmes E., Hughes B., Jansson G.* Haptic perception of texture gradients // Perception. 1998. Vol. 27. P. 993—1008; *Kennedy J M.* What can we learn about pictures from the blind? // American Scientist. 1983. Vol. 71. P. 19—26; *Kennedy J.M., Campbell J.* Convergence principle in blind people's pointing // International Journal of Rehabilitation Research. 1985. Vol. 8. P. 189—210; *Kennedy J.M., Gabias P., Nicholls A.* Tactile pictures // The psychology of touch / M.A. Heller, W. Schiff (Eds.). Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1991.

[10] См.: *Good P.A* sculpture is created with the blind in mind // The New York Times. 1988. October 23. P. 20 (New Jersey supplement); *Kennedy J.M.* Drawing and the blind. Pictures to touch. New Haven: Yale University Press, 1993; *Kennedy J.M.* How the blind draw // Scientific American. 1997. Vol. 276. P. 60—65.

7 *Установка в восприятии. Потребности и ценности как организующие факторы восприятия: экспериментальные исследования в школе «Новый взгляд». Кросскультурные исследования восприятия: особенности восприятия двумерных изображений в отдельных культурах*

Дж. Брунер

Ценности и потребности как организующие факторы восприятия*

На протяжении всей истории современной психологии вплоть до самого последнего времени восприятие понималось так, как если бы воспринимающий субъект был всего лишь пассивным регистрирующим прибором, хотя бы и весьма сложного устройства. Ничего не стоит в большинстве экспериментов описать его с помощью тех же самых графиков, которые строятся в качестве рабочих характеристик для мельчайших деталей регистрирующих приборов, приобретаемых по дешевке в каких-либо магазинах точных приборов. Такая психология, существующая *in vitro*, потерпела крах из-за неспособности понять, как происходит восприятие в повседневной жизни, точно так же, как прежняя нервно-мышечная психофизиология оказалась несостоятельной, так как не могла объяснить фактов повседневного поведения. Обе они были в высшей степени полезны — каждая в своей области.

Имена Вебера, Фехнера, Вундта, Титченера, Гехта и Крозиера, безусловно, должны быть начертаны золотыми буквами в любом достойном уважения психологическом пантеоне. Однако их работа, как и работа «нервно-мышечников», — это только начало.

Ибо, как сказал Л. Тёрстон,

> В наши дни, когда так часто и настойчиво высказывается убеждение о взаимозависимости всех сторон личности, трудно утверждать, что какая-либо из этих функций, например, восприятие, изолирована от остальной части той динамической системы, которая составляет личность[1].

---

* *Брунер Дж.* Психология познания. М.: Прогресс, 1977. С. 65—79.

[1] См.: *Thurstone L.L.* A factorial study of perception. Chicago, 1944.

Действительно, проблема состоит в том, чтобы понять, как влияют на процесс восприятия другие психические функции и как протекание процессов восприятия в свою очередь влияет на эти функции.

Если у вас есть темная комната и испытуемый с высоким уровнем мотивации, для вас не составит труда убедиться в справедливости законов субъективного восприятия движения. Но выведите вашего испытуемого из темной комнаты на рыночную площадь и попытайтесь узнать, что и при каких условиях он видит движущимся; законы психофизиологии восприятия, хотя и ничуть не поколебленные, описывают ситуацию немногим лучше, чем законы смешения цветов способны объяснить переживания человека перед полотнами Эль Греко. Этим различием между темной комнатой и рыночной площадью мы в прошлом считали удобным пренебрегать, обращаясь к различным *dei ex machina*: вниманию, апперцепции, бессознательному умозаключению, установке и т.д. Подобно грозному и неожиданно появляющемуся австралийскому кузену — типичному персонажу скверных детективов, они всегда оказываются под рукой в трудную минуту, готовые выполнить любую тяжелую работу. Хотя подобные понятия, без сомнения, полезны, в центре внимания психолога должно всегда оставаться само восприятие. Перенос внимания на малопонятные промежуточные переменные ни к чему хорошему не ведет. Прежде чем обращаться к таким переменным, необходимо изучить, каким вариациям подвержено само восприятие, когда человек голоден, влюблен, испытывает боль или решает задачу. Эти вариации относятся к психологии восприятия в такой же степени, как элементарные законы психофизиологии.

Прежде чем мы обратимся к фактам, свидетельствующим, что подобные феномены восприятия поддаются научному измерению в терминах соответствующей метрики не хуже таких излюбленных психологами явлений, как слияние мельканий, константность или звуковысотные отношения, сделаем небольшое отступление и наметим некоторую рабочую терминологию. Мы будем различать в последующем изложении два типа детерминант восприятия; назовем их автохтонными и поведенческими детерминантами. Первый тип объединяет такие высокопредсказуемые свойства нервной системы, которыми объясняются явления вроде образования простых пар, завершения незаконченных форм и контраста или же — на другом уровне — явлений маскировки, суммарных и разностных тонов, слияния мельканий, парадоксального холода и бинауральных биений. В идеальных условиях темной комнаты, при отсутствии отвлекающих раздражителей средний индивид реагирует на набор физических стимулов именно такими относительно постоянными способами. Короче говоря, автохтонные детерминанты восприятия прямо отражают характерные электрохимические свойства рецепторов и нервной ткани.

К категории поведенческих детерминант мы относим те активные приспособительные функции организма, которые имеют тенденцию к контролю

и регуляции всех функций более высокого уровня, включая восприятие. Это законы научения и мотивации, такие динамические свойства личности, как подавление, действие таких типов характера, как интроверсия — экстраверсия, социальные потребности и позиции и т.п. В основе этих поведенческих детерминант лежит, несомненно, множество физиологических механизмов. Вряд ли стоит, однако, откладывать экспериментальное изучение роли поведенческих детерминант в процессе восприятия до того времени, когда эти механизмы станут известны. Физиология закона Вебера все еще более или менее загадочна, тем не менее, его плодотворность признали все — в том числе и физиологи, для которых этот закон был вызовом, побуждающим найти его физиологическую основу.

Хотя мы не имеем возможности дать здесь сколько-нибудь исчерпывающий обзор литературы по тому динамическому аспекту восприятия, который мы называем поведенческим, необходимо все же коснуться вкратце некоторых наиболее важных фактов и экспериментов, которые побудили нас провести такое различение и высказать предположение об измеримости поведенческих детерминант.

Прежде всего, существуют факты «сенсорного обусловливания» — термин, впервые использованный Кейзоном[2]. Начиная с работы Перки[3] 1910 г., было неоднократно показано Брауном[4], Эллсоном[5], Коффином[6] и другими, что испытуемого можно заставить видеть какой-то объект и слышать какой-то звук в точности так же, как можно вызвать у него коленный рефлекс, мигание или слюноотделение. Предъявите испытуемому достаточное число раз определенный звук в паре с некоторым зрительным изображением, затем прекратите предъявление изображения, субъект будет видеть отсутствующее изображение всякий раз, когда он услышит данный звук. Каждый специалист по внушению независимо от того, изучил ли он исчерпывающую библиографию вопроса, составленную Бердом[7], или нет, знает это. Мне скажут, что это не восприятие. А почему бы и нет? Испытуемый видит то, о чем он сообщает, так же отчетливо, как он воспринимает «фи-феномен», феномен кажущегося движения.

---

[2] См.: *Cason H.* Sensory conditioning // Journal of Experimental Psychology. 1936. Vol. 19. P. 572—591.

[3] См.: *Perky C.W.* An experimental study of imagination // American Journal of Psychology. 1910. Vol. 21. P. 422—452.

[4] См.: *Brown W.* Individual and sex differences in suggestibility // University of California Publications in Psychology. 1916. Vol. 2. P. 291—430.

[5] См.: *Ellson D.G.* Hallucinations produced by sensory conditioning // Journal of Experimental Psychology. 1941. Vol. 28. P. 1—20.

[6] См.: *Coffin T.E.* Some conditions of suggestion and suggestibility: a study of some attitudinal and situational factors influencing the process of suggestion // Psychological Monographs. 1941. P. 241.

[7] См.: *Bird C.* Suggestion and suggestibility: a bibliography // Psychological Bulletin. 1939. Vol. 36. P. 264—283.

Сюда же относятся эксперименты Хаггарда и Роуза[8], Прошанского и Мэрфи[9], Шафера и Мэрфи[10], демонстрирующие влияние поощрения и наказания на организацию восприятия. Хаггард и Роуз показали, что интенсивность автокинетического движения можно изменять с помощью системы поощрений; Прошанский и Мэрфи, — что тем же путем можно достичь заметных различий в восприятии длины линий и веса; Шафер и Мэрфи, — что при наличии двойственных конфигураций «фигура — фон» на восприятие испытуемого можно воздействовать посредством системы поощрений и наказаний.

Другая группа исследователей показала, что то, как мы видим сложную конфигурацию, определяется не только законами гештальта, но и практикой. Среди исследователей, подтвердивших это положение, были такие экспериментаторы, как Хенли[11], Ферер[12], Брейли[13], Липер[14] и Чжан[15]. Сюда же относятся и опыты Таулесса[16], показывающие, что константность восприятия, или, по его выражению, «регрессия к реальному объекту», отражает навыки индивида. Люди искусства, например, видят реальные предметы — их цвет, форму и яркость — хуже, проявляя большую константность восприятия, чем обычные люди без специальной эстетической подготовки. Фон Фиандт[17] установил, что восприятие светло-серых бликов на затененной части предмета и темно-серых на его освещенной части легко вызвать с помощью обычных павловских условных рефлексов; условным раздражителем здесь является звук или кнопка в поле зрения испытуемого. И наконец, все мы очень любим ссылаться на работу, проведенную Хэддоном с туземцами Торресова пролива. Он показал, что эти островитяне,

---

[8] См.: *Haggard E.R., Rose G.J.* Some effects of mental set and active participation in the conditioning of the autokinetic phenomenon // Journal of Experimental Psychology. 1944. Vol. 34. P. 45—59.

[9] См.: *Proshansky H., Murphy G.* The effects of reward and punishment on perception // Journal of Psychology. 1942. Vol. 13. P. 295—305. См.: *Schafer R., Murphy G.* The role of autism in a visual figure-ground relationship // Journal of Experimental Psychology. 1943. Vol. 32. P. 335—343.

[10] См.: *Schafer R., Murphy G.* The role of autism in a visual figure-ground relationship // Journal of Experimental Psychology. 1943. Vol. 32. P. 335—343.

[11] См.: *Henle M.* An experimental investigation of past experience as a determinant of visual form perception // Journal of Experimental Psychology. 1942. Vol. 80. P. 1—21.

[12] См.: *Fehrer E.V.* An investigation of the learning of visually perceived forms // American Journal of Psychology. 1935. Vol. 47. P. 187—221.

[13] См.: *Braly K.W.* The influence of past experience in visual perception // Journal of Experimental Psychology. 1933. Vol. 16. P. 613—643.

[14] См.: *Leeper R.* A study of a neglected portion of the field of learning — the development of sensory organisation // Journal of General Psychology. 1935. Vol. 46.P. 41—75.

[15] См.: *Djang S.* The role of past experience in the visual apprehension of masked forms // Journal of Experimental Psychology. 1937. Vol. 20. P. 29—59.

[16] См.: *Thauless R.H.* Individual differences in phenomenal regression // British Journal of Psychology. 1932. Vol. 22. P. 216—241.

[17] См.: *Fieandt K.* von. A new constancy phenomenon in color perception // Annales Academiae Scientiarun Fennicae (Finland). 1938. 41; Dressurversuche an der Farbenwahrnehmung // Archiv für die Gesamte Psychologie. 1936. 96. S. 467—495.

добывающие рыбу примитивным способом, с помощью копья, гораздо меньше нашего подвержены иллюзии Мюллер—Лайера, скорее всего, вследствие своего уникального опыта обращения с копьем.

Классические работы Шерифа[18] о социальных факторах восприятия достаточно хорошо известны, и мы не будем здесь останавливаться на их изложении. Дальнейшим развитием этой темы являются эксперименты Зук-Кардоса[19] и Фазиля[20], учеников Эгона Брунсвика. Они обнаружили, что субъективная оценка числа марок или монет в стопке при подборе изменяющегося числа марок или монет, равного некоторому постоянному количеству, частично зависит от их достоинства. Эти опыты, внеся многие уточнения и дополнения, повторил в Америке Ансбахер[21].

Можно было бы упомянуть еще множество других экспериментов, однако в нашем кратком обзоре мы этого делать не можем. Поэтому мы остановимся в заключение лишь на двух работах, одной французской и другой швейцарской, указывающих на возможность установления зависимости между общими чертами личности и качеством восприятия. Бине[22], Мейли и Тоблер[23] высказали предположение, что ребенок сильнее подвержен иллюзиям, в большей степени находится во власти тех организующих факторов восприятия, которые мы, взрослые, называем искажающими. Бине показал, что у ребенка подверженность иллюзии Мюллер—Лайера с возрастом слабеет. В свою очередь Мейли и Тоблер обнаружили, что с возрастом у него повышается порог стробоскопического эффекта. Можно ли из этих двух экспериментов, да еще из случайных наблюдений вроде того, что ребенку кажется, будто луна следует за ним (Пиаже[24]), делать вывод об увеличивающемся с годами реализме восприятия у человека, остается неясным. Тем не менее, для людей, стремящихся к дальнейшим исследованиям в этой области, путь открыт.

Так обстоит дело с предшествующими исследованиями. Существует содержательная, хотя и немногочисленная литература о поведенческих факторах

---

[18] См.: *Sherif M.* A study in some social factors in perception // Archives of Psychology. 1935. № 187.

[19] См.: *Zuk-Kardos I.* Perzeptionale Zugдnglichkeit von Anzahl, Fläche und Wert unter verschiedenen Umstands-konstellationen (цит. по: *Ansbacher H.* Perception of number as affected by the monetary value of the objects // Archives of Psychology. 1937. № 215).

[20] См.: *Fazil A.* Münzenversuche über Anzahl-Grossen, und Wertwahrnehmung (цит. по: *Ansbacher H.* Perception of number as affected by the monetary value of the objects // Archives of Psychology. 1937. № 215).

[21] См.: *Ansbacher H.* Perception of number as affected by the monetary value of the objects // Archives of Psychology. 1937. № 215.

[22] См.: *Binet A.* La mesure des illusions visuelles chez l'enfant // Revue de Philosophie. 1895. Vol. 40. P. 11—25.

[23] См.: *Meili R., Tobler C.* Les mouvements stroboscopiques chez les enfants // Archives de Psychologie. Geneva. 1931. Vol. 23. P. 131—156.

[24] См.: *Пиаже Ж.* Речь и мышление ребенка. М.; Л., 1932.

восприятия. В каком же направлении следует идти дальше? Перед нами два пути. Обладая скудными и ненадежными эмпирическими данными, мы можем приступить к задаче их систематизации, обращаясь к представлениям о связи стимула и реакции или психоаналитическим конструктам — кому что по вкусу. Уже имеется одна блестящая теоретическая схема, объясняющая большую часть упомянутых выше фактов. Это работа Эгона Брунсвика «Восприятие и предметный мир»[25]. Мы можем также перейти к эмпирической проверке общих гипотез, касающихся связи между динамикой поведения и восприятием. И то и другое необходимо. В настоящее время, однако, нас интересуют главным образом эмпирические гипотезы. Но, разумеется, для ясной формулировки этих гипотез следует исходить из некоторой минимальной системы допущений.

Организм существует в мире сенсорных стимулов, организованных более или менее неоднозначно. То, что видит индивид, что актуально существует в восприятии, — это своего рода компромисс между тем, что определяется автохтонными процессами, и тем, что отбирается процессами поведенческими. Этот отбор, как мы знаем, определяется не только научением, но и мотивационными факторами, такими, например, как голод, о чем сообщали Санфорд[26], Левин, Чейн и Мэрфи[27]. Процесс отбора при восприятии мы вслед за Кречевским[28] будем называть *перцептивной гипотезой,* понимая под этим систематическую тенденцию к реакциям определенного рода. Такая гипотеза складывается под влиянием потребности, необходимости найти решение той или иной задачи или вообще в силу определенных внутренних или внешних требований, предъявляемых к организму. Если данная перцептивная гипотеза подкрепляется, открывая организму доступ к пище, воде, любви, славе и т.д., она фиксируется. В экспериментальных работах, в особенности Эллсона[29] и Липера[30], показано, что фиксированные сенсорные условные рефлексы весьма стойки к угашению. Как только происходит фиксация, перцептивная гипотеза становится более сильной не только в смысле частоты ее применения при наличии определенных раздражителей, но и по степени ее перцептивного воздействия. Объекты, отбор

---

[25] См.: *Brunswik E.* Wahrnehmung und Gegenstandswelt. Vienna, Deuticke, 1934.

[26] См.: *Sanford R.N.* The effect of abstinence from food upon imaginal processes: a preliminary experiment // Journal of Psychology. 1936. Vol. 2. P. 129—136; *Sanford R.N.* The effect of abstinence from food upon imaginal processes: a further experiment // Journal of Psychology. 1937. Vol. 3. P. 145—159.

[27] См.: *Levine R., Chein I., Murphy G.* The relation of the intensity of a need to the amount of perceptual distortion: a preliminary report // Journal of Psychology. 1942. Vol. 13. P. 283—293.

[28] См.: *Krechevsky I.* «Hypothesis» versus «chance» in the presolution period in sensory discrimination learning // University of California Publications in Psychology. 1932. Vol. 6. P. 27—44.

[29] См.: *Ellson D.G.* Experimental extinction of an hallucination produced by sensory conditioning // Journal of Experimental Psychology. 1941. Vol. 28. P. 350—361.

[30] См.: *Leeper R.* A study of a neglected portion of the field of learning — the development of sensory organization // Journal of General Psychology. 1935. Vol. 46. P. 41—75.

которых стал привычкой, воспринимаются живее, их отчетливость, яркость, видимая величина возрастают.

Необходимо детально рассмотреть еще два вопроса, прежде чем мы обратимся к экспериментам. Один из них касается перцептивного компромисса, другой — перцептивной неопределенности. Часто возникают две альтернативные гипотезы. Почти неизбежно одна из гипотез преобладает, и в соответствии с этим осуществляется перцептивный выбор. Тем не менее, даже при преобладании одной из гипотез между ними осуществляется некоторый компромисс. Так, в экспериментах Ансбахера пачка бумажных прямоугольников воспринималась и с точки зрения их количества, и с точки зрения их стоимости как почтовых марок. В результате воспринималась как бы смешанная величина «количество — стоимость». Мы очень мало знаем о подобных перцептивных компромиссах, хотя у нас еще будет случай в дальнейшем обсудить эксперименты, показывающие их действие.

Что касается неопределенности, или двойственности, в поле восприятия, то обычно считалось, что при прочих равных условиях чем она выше, тем больше шансов на вмешательство поведенческих факторов. Именно по этой причине Шериф[31] избрал явление автокинеза в качестве экспериментального объекта. Из тех же соображений Прошанский и Мэрфи[32] пользовались в своих опытах припороговой освещенностью. В широких пределах этот тезис представляется справедливым, поскольку наличие неоднозначности снижает организующие возможности автохтонных детерминант восприятия. О важности этого обобщения мы, привыкшие мыслить лишь в терминах строго контролируемых экспериментов в темной комнате, слишком часто забываем. Ведь что такое восприятие в повседневной жизни? Это сплошь да рядом беглый взгляд, слушание краем уха, мимолетное прикосновение. Исключая то, что находится в самом центре заинтересованного внимания, мир ощущений куда более зыбок, чем, по-видимому, полагают авторы наших учебников психологии.

Эмпирические гипотезы

Обратимся теперь к экспериментам, которые составляют главное содержание данной статьи. Мы рассмотрим три общие гипотезы, вытекающие из только что сформулированных принципов.

1. Чем выше социальная ценность объекта, тем в большей степени восприятие его подвержено организующему воздействию поведенческих детерминант. Такой объект будет избирательно восприниматься среди других объектов,

---

[31] См.: *Sherif M.* A study in some social factors in perception // Archives of Psychology. 1935. № 187.

[32] См.: *Proshansky H., Murphy G.* The effects of reward and punishment on perception // Journal of Psychology. 1942. Vol. 13. P. 295—305.

фиксироваться в результате условнорефлекторной деятельности восприятия и перцептивно выделяться.

2. Чем сильнее потребность индивида в некотором социально ценном объекте, тем значительнее действие поведенческих детерминант.

3. Неопределенность объектов восприятия облегчает действие поведенческих детерминант лишь в той степени, в какой она препятствует действию автохтонных детерминант, не снижая эффективности поведенческих факторов.

В экспериментах, о которых здесь идет речь, рассматривалась лишь одна сторона поведенческого детерминирования, которую мы называем акцентуацией. Это тенденция, в силу которой искомые, желаемые объекты воспринимаются более отчетливо. Явления перцептивного отбора и фиксации уже были продемонстрированы в других экспериментах, правда, они остаются пока слабо систематизированными. В целях экономии изложения мы не будем рассматривать их здесь, хотя в рамках более широкого исследования они представляют собой важные переменные.

Испытуемые и аппаратура

Испытуемыми были 30 нормальных детей в возрасте 10 лет. В соответствии с некоторыми признаками, которые мы кратко укажем ниже, их разделили на три группы: две экспериментальные и одну контрольную. Аппаратура представляла собой прямоугольный деревянный ящик размером 22,5×22,5×45 *см*. В передней стенке ящика имелся квадратный экран из матового стекла 12,5 *см*^{2}; возле правого нижнего угла экрана расположена ручка управления. В центре экрана проецируется изнутри почти круглое пятно света (16,2 *свечи*). Свет падает от 60-ваттной лампочки через ирисовую диафрагму, диаметр которой меняется ручкой управления в пределах от 8 до 50 *мм*. Испытуемый видит лишь ящик с экраном и на нем круг света, диаметр которого он может регулировать, вращая ручку. Линия, ограничивающая пятно света, не настоящая окружность, это ломаная линия, состоящая из девяти отрезков эллипса в соответствии с конструкцией ирисовой диафрагмы фирмы «Бош энд Ломб». Однако эта форма настолько близка к окружности, что испытуемые без труда выносили суждения о равенстве, которых от них требуют условия эксперимента.

Испытуемые по одному садятся на стул перед экраном; круг света при этом находится чуть ниже уровня глаз. Ящик стоит на столе, за которым сидит экспериментатор. Ребенку объясняют, что это игра и что его задача — менять диаметр светлого круга, придавая ему величину предметов, которые показывает или о которых говорит экспериментатор. Предварительно ребенку дают возможность спокойно освоиться с ручкой, обращая особое внимание на пределы изменения размеров пятна.

Порядок опыта у обеих экспериментальных групп был одинаковый. Каждый из двадцати детей прошел две серии испытаний. Вначале ребенка просили оценить по памяти размер монет достоинством от 1 цента до 0,5 доллара. Он проделывал это сначала в порядке возрастания номинала монет, а затем в порядке их убывания; и каждую монету оценивал дважды: вращая ручку из положения «диафрагма закрыта» и из положения «диафрагма открыта». Таким образом, ребенок давал каждой монете четыре оценки. Экспериментатор воздерживался от малейшего намека на то, насколько правильно ребенок оценил тот или иной размер.

Вторая серия отличалась лишь тем, что соответствующие монеты предъявлялись испытуемому. Каждая монета в отдельности помещалась почти в центре ладони левой руки на уровне светового пятна в 15 *см* слева от него. Испытуемый рассматривал монету столько времени, сколько ему требовалось.

Контрольная группа из 10 испытуемых проходила всю описанную выше процедуру с одним лишь исключением. Вместо монет им предъявлялись серые картонные кружки соответствующих размеров, и при этом не было никакого упоминания о деньгах.

Результаты

Сравним оценки размеров, данные испытуемыми различным монетам и соответствующим картонным кружкам. Два факта обращают на себя внимание при рассмотрении рис. 1, где показаны оценки экспериментальных и контрольной групп в серии с предъявлением. Во-первых, величина монет, т.е. социально ценного объекта, оценивалась выше величины соответствующих кружков. Во-вторых, оказалось, что с увеличением достоинства монет растет отклонение кажущейся величины от действительной. Исключением служит монета в 0,5 доллара, для которой отклонение (переоценка величины) меньше, чем для монеты в 25 центов. Можно предположить, что это нарушение хода кривой объясняется тем, что для десятилетнего ребенка реальная ценность монеты в полдоллара ниже реальной ценности монеты в 25 центов. Скорее всего, существует какое-то автохтонное объяснение этому факту. Так или иначе, в экспериментах с взрослыми подобный излом кривой не наблюдался.

Это различие между испытуемыми экспериментальных и контрольной групп, несомненно, весьма значимо. Столь же значима и дисперсия переоценки монет разного достоинства у испытуемых экспериментальных групп. Обработка этих результатов средствами дисперсионного анализа в нашей совместной работе с Постманом[33] показывает, что дисперсии, обусловленные изменением достоин-

[33] См.: *Postman L., Bruner J.* The reliability of constant errors in psychophysical measurement // Journal of Psychology. 1946. Vol. 21. P. 293—299.

ства монет и заменой монет кружками, дают *F*-оценки, соответствующие значениям *P*, не превышающим 0,01.

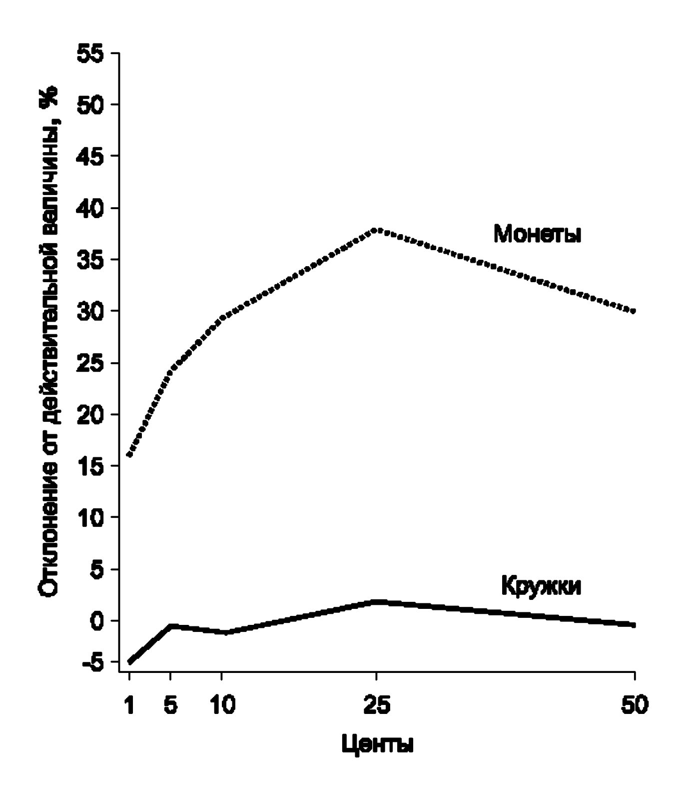


Рис. 1. Оценка величины монет и кружков того же диаметра десятилетними детьми (метод средней ошибки)

Так обстоит дело с нашей первой гипотезой — гипотезой о том, что восприятие социально ценных объектов подвержено воздействию поведенческих детерминант в тем большей степени, чем выше их ценность.

Рассмотрим теперь вторую гипотезу: чем сильнее потребность индивида в данном социально ценном объекте, тем больше роль поведенческих детерминант в восприятии. Во втором варианте нашего опыта мы перераспределили участников экспериментальных групп, составив две новые группы по 10 человек: «богатую» и «бедную». Испытуемые первой группы были взяты из передовой школы в районе Бостона, в которой учатся дети преуспевающих бизнесменов и лиц свободных профессий. Вторая группа была составлена из обитателей многоквартирного дома в районе бостонских трущоб. Было сделано очевидное допущение, что «бедные» имеют бульшую субъективную потребность в деньгах, чем «богатые». Если результаты, показанные на рис. 1 в усредненном виде, разделить на показатели для «богатой» и «бедной» групп, то обнаружится поразительное различие (рис. 2). «Бедная» группа переоценивает величину монет гораздо больше, чем «богатая». И здесь налицо определенные нерегулярности кривых. Спад кривой в случае монеты в 0,5 доллара мы уже пытались объяснить.

Что же касается спада кривой для монеты в 10 центов в «богатой» группе, то его объяснение также проблематично. Во всех кривых, составленных для взрослых испытуемых — более 2000 оценок, — этот спад представлен. Возможно, он объясняется контрастом между относительной величиной монеты в 10 центов и ее достоинством, а может быть — некоторыми индивидуальными особенностями самой монеты[34].

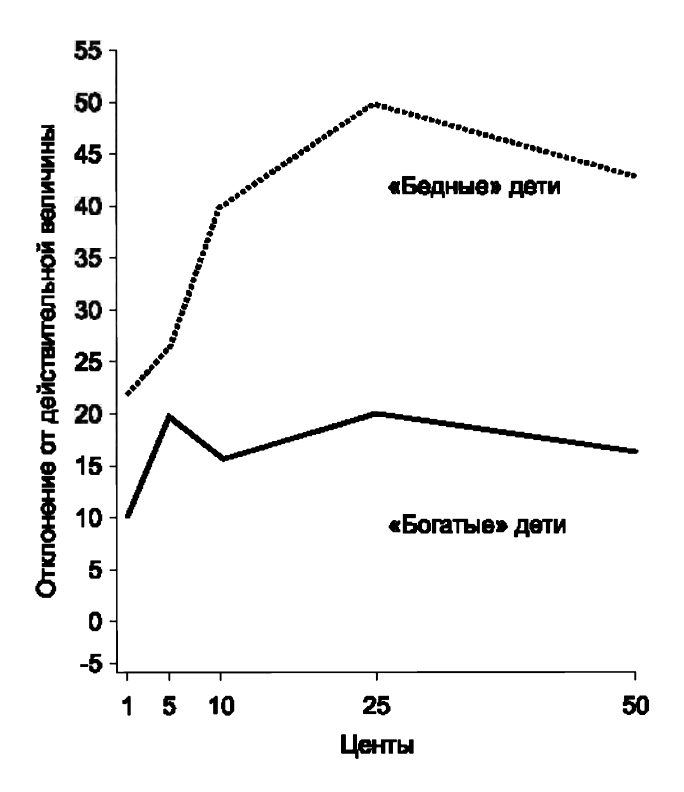


Рис. 2. Оценка величины монет «богатыми» и «бедными» десятилетними детьми (метод средней ошибки)

Различие между «бедными» и «богатыми» в высшей степени значимо. Дисперсионный анализ показывает, что уровень значимости этого источника вариации превышает 0,01. Нашу вторую гипотезу, таким образом, тоже нельзя отклонить. Достойно внимания также следующее: взаимодействие параметров «экономический статус» и «достоинство монеты» дает оценку *F*, соответствующую значениям *P* в пределах 0,05 — 0,01. Это позволяет нам высказать новую гипотезу: если объекты восприятия принадлежат к одному классу, но различаются по ценности, то влияние потребности в объектах этого класса акцентирует самые ценные объекты в наибольшей степени, а наименее ценные — слабее всего.

---

[34] Если читатель — курильщик, пусть он спросит себя, можно ли закрыть двухкопеечной монетой горб верблюда, изображенного на пачке сигарет «Кемел». Возьмите монету и пачку и держите их на расстоянии 15 *см*. Хотя монета кажется небольшой, она свободно закрывает верблюжий горб.

Что можно сказать о перцептивной неопределенности? Допустим, что ситуация, когда испытуемый судит о величине объекта по памяти, более неопределенна, чем та, когда объект ясно виден в 15 *см* от светового пятна. Хотя это допущение можно оспаривать, посмотрим все же, подтверждают ли его экспериментальные результаты. Сравним сначала оценки испытуемых «богатой» группы в указанных условиях: с предъявлением монеты и по памяти. Соответствующие кривые приведены на рис. 3. Представляется, что для номиналов не выше четверти доллара влияние неопределенности проявляется в большей близости оценки к действительной величине, иными словами, оно способствует действию автохтонных детерминант. Для более высоких номиналов неопределенность, напротив, благоприятствует поведенческим факторам, вызывая большее отклонение оценок от действительной величины. В «богатой» группе монета в полдоллара переоценивается при предъявлении на 17,4%, а по памяти — на 34,7%.

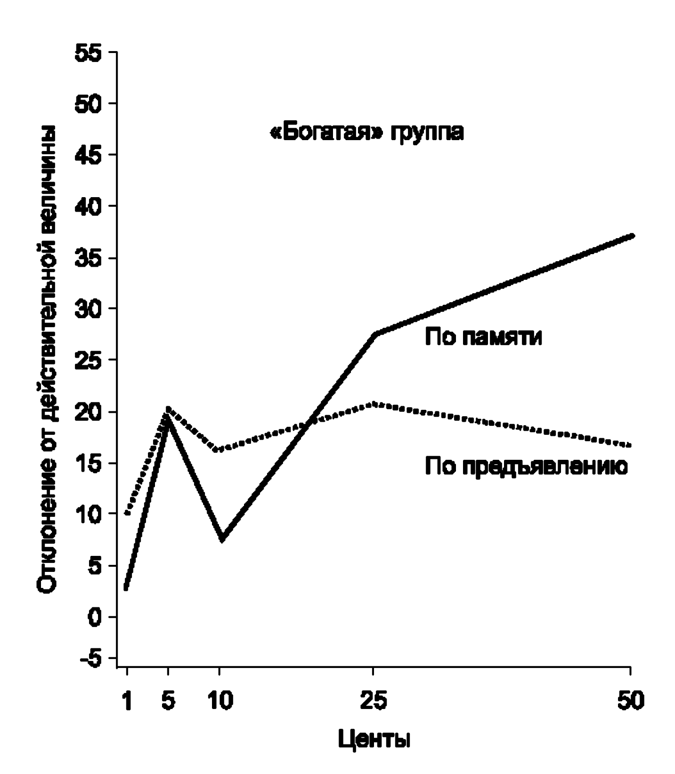


Рис. 3. Оценка величины монет по предъявлении монеты и по памяти «богатыми» десятилетними детьми (метод средней ошибки)

Эти факты трудно истолковать сами по себе. Рассмотрим, однако, рис. 4, показывающий различие оценок по памяти и по предъявлении в «бедной» группе. Здесь пересечение кривых отсутствует. Неопределенность у этой группы дает, по-видимому, лишь один результат: снижение всех оценок, приближение их к действительной величине объектов. Она даже устраняет спад кривой для монеты в 10 центов. Как объяснить это различие? Почему у «богатых» детей неопреде-

ленность освобождает поведенческие детерминанты, а у «бедных» подавляет? Наше объяснение не более чем догадка, требующая дальнейшего экспериментального подтверждения. Несколько лет назад Озер[35] сообщил об исследовании, проведенном в Данди среди детей безработных. Он обнаружил, что деятельность воображения у этих детей совершенно подавлена. На вопрос о том, кем они хотят стать, когда вырастут, нормальные дети дают обычно честолюбивые ответы вроде: «Ковбоем!», «Кинозвездой!» и т.д. Дети же безработных называли в этом случае весьма скромные занятия, которые традиционно были свойственны людям их класса. Именно этот феномен и отражает, как мне кажется, приведенные здесь данные. У «бедных» детей, судящих о величине монет по памяти, место ослабленной фантазии занимает волнующее присутствие драгоценной монеты; у «богатых» же детей неопределенность восприятия дает свободу сильному и активному воображению[36].

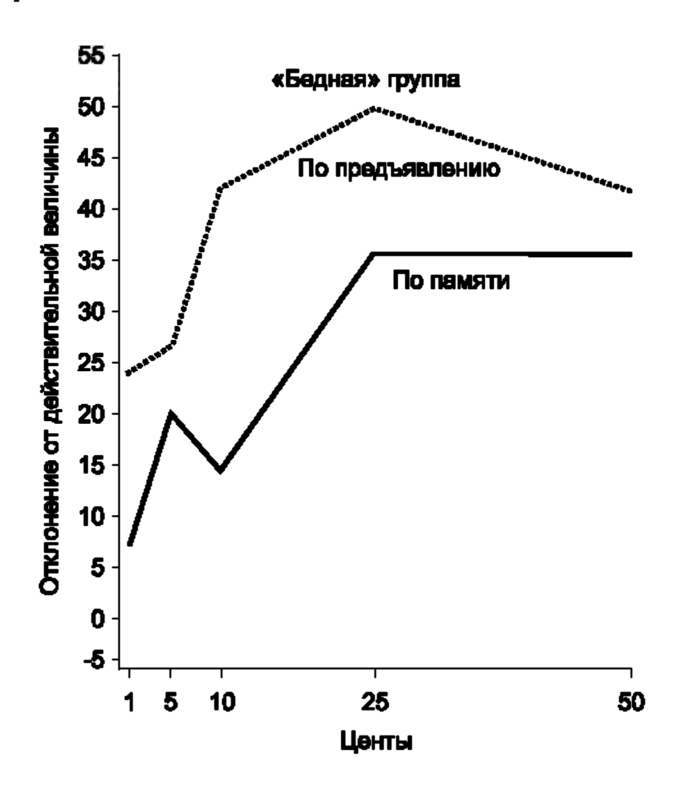


Рис. 4. Оценка величины монет по предъявлении монеты и по памяти «бедными» десятилетними детьми (метод средней ошибки)

Существуют ли какие-либо иные объяснения формы рассматриваемых здесь кривых? Закон Вебера дал бы для всех случаев график в виде прямой,

[35] См.: *Oeser O.A.* Personal communication. 1939.

[36] Обсуждаемое здесь различие в оценке величины монет по памяти и по предъявлении у «богатых» и у «бедных» детей статистически значимо. Дисперсия взаимодействия для этих двух параметров (экономический статус и присутствие — отсутствие объекта) имеет уровень значимости 0,01.

параллельной оси истинной величины. DL — составляло бы в таком случае постоянную долю стимула, какова бы ни была его величина. Если попытаться объяснить наклон кривой с точки зрения мер центральной тенденции, как это делает Холлингворс, то следовало бы ожидать скорее отрицательного наклона, чем положительного. Все объекты меньше среднего во всех сериях испытаний должны казаться больше; все объекты больше среднего — меньше. Если предположить, что в основе эффекта Холлингворса[37] лежат автохтонные факторы, то перед нами еще один случай, когда рассматриваемые нами поведенческие детерминанты берут верх над автохтонными факторами (табл. 1).

Таблица 1

Отклонение оценок величины монет и кружков от их действительной величины при различных условиях в %

Число испытуемых	Условия		1 цент	5 центов	10 центов	25 центов	50 центов	Количество оценок одной монеты
20		монета (предъявление)	16,5	23,9	29,1	37,0	29,6	80
20		монета (по памяти)	7,2	19,6	11,6	32,8	35,8	80
10		кружок (предъявление)	–5,4	–0,9	–1,5	1,8	–0,8	40
10	«Богатые»	монета (предъявление)	10,3	20,4	16,3	22,4	17,4	40
10	«Богатые»	монета (по памяти)	2,6	19,8	7,8	28,3	34,7	40
10	«Бедные»	монета (предъявление)	22,7	27,3	41,8	51,6	42,0	40
10	«Бедные»	монета (по памяти)	11,8	19,4	15,4	37,3	36,9	40

В заключение мне хотелось бы еще раз подчеркнуть следующее: эпоха фактической монополии Экспериментальной психологии в области изучения восприятия чересчур затянулась. Если мы, специалисты по социальной психологии и психологии личности, хотим понять, как осуществляется восприятие в повседневной жизни, то нам необходимо присоединиться к экспериментальным психологам и заново исследовать многое в этой древней области знания, законы которой слишком долго считались раз и навсегда установленными.

---

[37] См.: *Hollingworth H.L.* The inaccuracy of movement // Archives of Psychology. 1909. № 13.

М. Коул, С. Скрибнер

Восприятие глубины на картинках*

Время от времени в печати появляются сообщения путешественников о том, что туземцы не узнают предметов на фотографиях — даже в том случае, если это фотографии знакомой им местности и если на них изображен сам туземец или члены его семьи.

Такие факты были отмечены в центральной Либерии. Неграмотным крестьянам из народности кпелле показывали картинки, изображенные на рис. 1. Рассматривая эти фотографии, мы можем догадываться о различных причинах, по которым люди, ранее не видевшие подобных изображений реальных объектов, оказались в замешательстве. Расположение рогожи, на которой лежат предметы, передается верхом и низом картины. Эта условность кажется нам естественной, но ее ни в коем случае нельзя считать врожденной. Стоит лишь вспомнить что подобные условности появились в европейском искусстве не раньше XV в. Перспектива как средство изображения расстояния стала на Западе полноправным приемом лишь в работах Леонардо да Винчи. Даже сейчас перспектива распространена далеко не во всем мире, и некоторые современные западные художники сознательно нарушают условности с целью достижения определенного художественного эффекта. Для развития различных кажущихся естественными приемов, используемых в живописи и фотографии, потребовались столетия. Чтобы рисунки воспринимались человеком как изображения трехмерных объектов, необходим некоторый опыт.

Следует также отметить, что предметы на рис. 1 изображены вне их обычного контекста и несколько отличаются по окраске. Требуется значительное число систематических исследований, чтобы разобраться в возможных причинах трудностей, которые испытывают люди первобытной культуры при толковании фотографий и других двухмерных изображений.

Некоторые вопросы восприятия изображений изучены довольно подробно, хотя и не систематически. В первую очередь встает вопрос о факторах, приво-

---

* *Коул М., Скрибнер С.* Культура и мышление. М.: Прогресс, 1977. С. 84–92.



Рис. 1. Фотографии, предъявленные рисоводам-кпелле в Либерии (Африка)

дящих людей к пониманию того, что линии и краски или черные, серые и белые оттенки на бумаге вообще изображают что-либо. Без такого понимания нельзя идентифицировать изображенные предметы. В литературе часто ссылаются на одно из наблюдений Херсковица, в котором описывается смущение туземной женщины, которой вручили фотографию сына. Она и так и этак вертела бумажку, не зная, что с ней делать. Однако, когда Херсковиц обратил ее внимание на отдельные детали фотографии, она узнала сына[1]. Данные различных авторов убедительно говорят о том, что люди, имеющие представление о возможности изображения предметов на бумаге, способны идентифицировать изображенные предметы — при условии, что эти изображения не предполагают использования определенных условных приемов (о последних речь пойдет ниже). Так,

[1] *См.: Segall M.H., Campbell D.T., Herskovits* M.J. The influence of culture on visual perception. Chicago: Bobbs-Merrill, 1966.

Бримбл[2] предложил сельским жителям банту 40 простых рисунков, изображавших знакомые испытуемым предметы, и установил, что в более чем 90 случаях из ста испытуемые правильно их идентифицировали. Дереговский[3] обнаружил, что в Замбии взрослые испытуемые и дети, которым были предложены крайне упрощенные фотографии животных-игрушек на нейтральном фоне, правильно соотносили их с реальными игрушками чаще, чем это было бы при случайном соотнесении. Однако в этих работах не сказано, были ли испытуемые ранее хотя бы в минимальной степени знакомы с подобными изображениями. А знание этого обстоятельства совершенно необходимо при изучении развития способности к обработке такого рода информации[4].

Несмотря на то что испытуемые туземцы в некоторых случаях узнают предметы на упрощенных изображениях, нет сомнения в том, что распространенные в современных обществах виды изобразительного материала — например, фотографии, с которых мы начали, — вызывают у многих людей из традиционных обществ большие затруднения. Некоторые из причин подобных затруднений— связанные, в частности, с условным приемом перспективы на картинах на Западе, — изучены за последние годы в остроумных работах Хадсона и других авторов.

Хадсон[5] решал практическую проблему: как обучать трудящихся в шахтах и на фабриках Южной Африки рабочих-банту, которые в большинстве случаев неграмотны? Он обнаружил, что демонстрация фильмов и плакатов по безопасности труда часто не достигает желаемого эффекта. Исследование показало, что причина этого кроется в неверном понимании или непонимании рабочими-банту зрительных изображений.

При систематическом изучении этой проблемы Хадсон применял серию картинок, ряд которых представлен на рис. 2.

На всех картинках были изображены фигуры слона, антилопы и охотника с копьем. На каждой картинке копье направлено как на слона, так и на антилопу. Испытуемому задаются различные вопросы с целью выяснить, что он видит на данной картинке. Для выяснения того, воспринимает ли испытуемый индикаторы глубины, наибольшее значение имеют вопросы вроде: «Что делает человек с копьем?» Если испытуемый не отвечает на этот вопрос, то его спрашивают: «В какое животное целится человек с копьем?»

---

[2] См.: *Brimble A.R.* The construction of a nonverbal intelligence test in northern Rhodesia // Journal of the Rhodes-Livingstone Institute. 1963. Vol. 34. P. 23—35.

[3] См.: *Deregowski J.B.* Pictorial recognition in subjects from a relatively pictureless environment // African Social Research. 1968. Vol. 5. P. 356—364; *Deregowski J.B.* Difficulties in pictorial depth perception in Africa // British Journal of Psychology. 1968. Vol. 59. P. 195—204; *Deregowski J.B.* On perception of depicted orientation // International Journal of Psychology. 1968. Vol. 3. P. 149—156.

[4] Подробный обзор этой области исследования см. в: *Miller R. J.* Cross-cultural research in the perception of pictorial materials // Psychological Bulletin. 1973. Vol. 80. P. 135—150.

[5] См.: *Hudson W.* Pictorial perception and educational adaptation in Africa // Psychologia Africana. 1962. Vol. 9. P. 226—239.

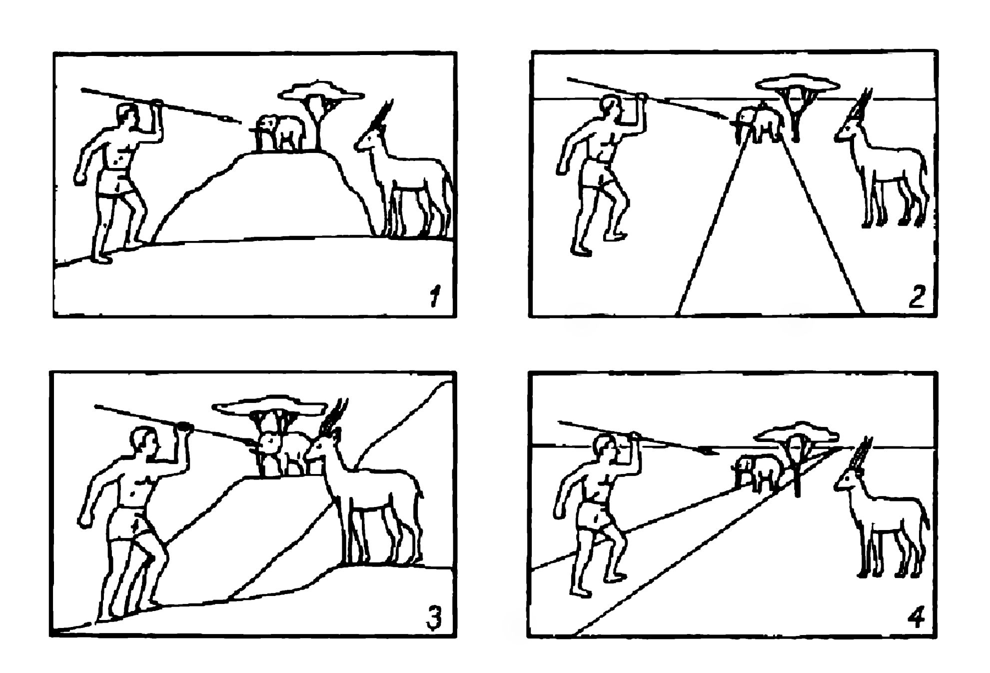


Рис. 1. Картинки для исследования восприятия глубины в Африке

Картинки отличаются друг от друга по использованным в них приемам передачи глубины. На картинках 1 и 2 глубина передана при помощи величины объектов и наложения; на картинках 3 и 4 применяется еще и перспектива.

Такие картинки были использованы в исследованиях, проведенных с различными группами испытуемых в Южной Африке[6] и в Гане[7]. Среди испытуемых были ученики начальной школы разного возраста — европейцы и банту; бантуские ученики средней школы; неграмотные рабочие — как европейцы, так и банту; индийские школьники. Результаты исследования показали, что в младших классах начальной школы европейские дети испытывали больше трудностей при восприятии картин как трехмерных изображений — т.е. они часто говорили, что охотник целится копьем в слона. К концу начальной школы практически все европейские дети воспринимали эти стимулы как трехмерные. Иначе обстояло дело с детьми банту (входившими в число испытуемых Хадсона) и с ганскими детьми (входившими в число испытуемых Манди-Кастла). Все эти дети склонны были воспринимать картинки как двухмерные изображения. Хадсон обнаружил также, что неграмотные рабочие — как банту, так и европейцы — и индийские дети давали ответы, свидетельствующие о плоскостном, а не о трехмерном восприятии картинок. Он сделал из этих экспериментов вывод, что

---

[6] См.: *Hudson W.* Cultural problems in pictorial perception // South African Journal of Science. 1962. Vol. 58(7). P. 189–195; *Hudson W.* Pictorial perception and educational adaptation in Africa // Psychologia Africana. 1962. Vol. 9. P. 226–239.

[7] См.: *Mundy-Castle A.C.* Pictorial depth perception in Ghanaian children // International Journal of Psychology. 1966. Vol. I. P. 289–300.

обычное формальное образование не является главным фактором, определяющим способ восприятий изображений. Гораздо большую роль играют неформальное домашнее обучение и частое рассматривание картинок[8].

К такому же выводу пришел и Манди-Кастл, который познакомился с социальными и домашними условиями детей, участвовавших в его эксперименте. Он сообщает, что не обнаружил «такой деятельности, как чтение, рисование, рассматривание картин, орнаментирование и игра с игрушками-конструкторами. Лишь в редких случаях ребенку до поступления в школу приходилось пользоваться карандашом <...> Поэтому существовало ничтожно мало возможностей для знакомства с картинками»[9].

Что касается задачи Хадсона, то приведенные результаты довольно убедительны. Однако насколько репрезентативны эти задачи? Действительно ли люди, которые неверно отвечают на вопросы о картинках Хадсона, просто неспособны к трехмерному восприятию изображений? Или, может быть, другие способы изучения того, что люди видят — например, опыты с иными стимулами,— все же свидетельствуют о трехмерном восприятии?

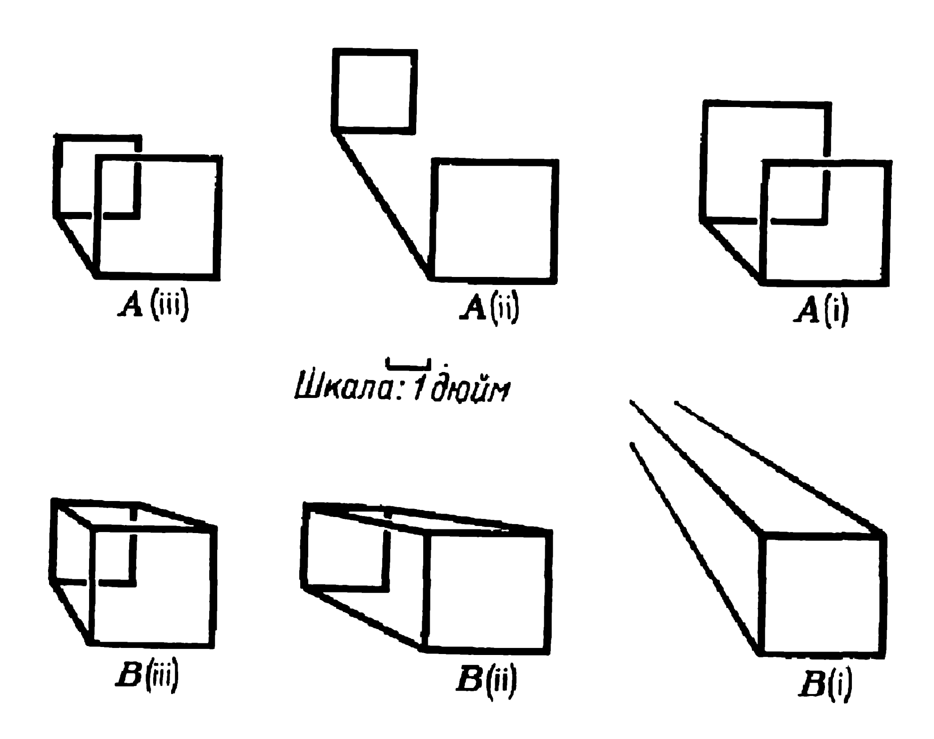


Рис. 3. Рисунки, по которым в тесте восприятия глубины испытуемый должен конструировать модели

[8] См.: *Hudson W.* The study of the problem of pictorial perception among un-acculturated groups // International Journal of Psychology. 1967. 2. P. 89–107. P. 65.

[9] См.: *Mundy-Castle A.C.* Pictorial depth perception in Ghanaian children // International Journal of Psychology. 1966. I. P. 289–300. P. 298.

Именно так поставил вопрос Дереговский[10], проводивший целый ряд исследований влияния культуры на восприятие. Он провел эксперимент со школьниками 7—16 лет (время обучения в школе в среднем 3 года 9 месяцев) и с неграмотными взрослыми в городе Лусака (Замбия).

Дереговский предложил испытуемым определенный вариант задачи Хадсона, используя картинки вроде изображенных на рис. 2. После этого он предлагал им картинки совсем иного рода, представленные на рис. 3. Дереговский просил испытуемых не отвечать на вопросы об этих картинках, а создавать модели изображений из палочек, которые легко можно было соединять друг с другом. Разумеется, прежде он на практике убедился в том, что все испытуемые умели делать модели из палочек.

Основной вопрос заключался в следующем: конструируют ли люди, ответы которых на картинки Хадсона свидетельствовали о двухмерном восприятии, также двухмерные модели абстрактных рисунков, состоящих из прямых линий? В общем, Дереговский получил отрицательный ответ на этот вопрос.

В соответствии с данными предыдущих исследований Дереговский обнаружил, что словесные суждения испытуемых о взаимоотношениях предметов на картинках Хадсона свидетельствовали о двухмерном восприятии. Это относилось к 100% неграмотных взрослых и к 80% школьников. Но более 50% этих же испытуемых конструировали трехмерные модели изображений, представленных на рисунках Дереговского! Модели были не всегда совершенные, но в них явно отражалась информация о глубине. Дереговский подытожил эти результаты следующим образом:

> Частота случаев, когда испытуемые, двухмерно воспринимавшие картинки Хадсона, давали трехмерные ответы на задачу с конструированием, говорит о том, что по результатам Хадсона, по всей видимости, нельзя судить о всех видах изображений. Оказалось, что нельзя считать, будто человек воспринимает двухмерно любые картинки, если он воспринимает двухмерно картинки Хадсона. Это не противоречит замечаниям Хадсона о трудностях, которые могут возникать вследствие межкультурных различий в восприятии картинок[11]. Однако эти результаты говорят о границах, внутри которых справедливы выводы Хадсона. За этими границами оказывается — по крайней мере частично — тот тип изображений, который применяется в задаче на конструирование[12].

---

[10] См.: *Deregowski J.B.* Difficulties in pictorial depth perception in Africa // British Journal of Psychology. 1968. 59. P. 195—204.

[11] См.: *Hudson W.* Pictorial depth perception in sub-cultural groups in Africa // Journal of Social Psychology. 1960. Vol. 52. P. 183—208; *Hudson W.* Cultural problems in pictorial perception // South African Journal of Science. 1962. Vol. 58(7). P. 189—195; *Hudson W.* Pictorial perception and educational adaptation in Africa // Psychologia Africana. 1962. Vol. 9. P. 226—239.

[12] См.: *Deregowski J.B.* Difficulties in pictorial depth perception in Africa // British Journal of Psychology. 1968. Vol. 59. P. 195—204. P. 203.

Эта работа свидетельствует о том, что нельзя делить людей на воспринимающих двухмерно и воспринимающих трехмерно. Не ясно, однако, почему один и тот же человек в одних условиях воспринимает трехмерно, а в других — двухмерно?

Дереговский подчеркивает в этой связи значение содержания картины. Но можно также считать, что результаты зависят и от того, какого рода ответы требуются от испытуемых. Вполне возможно, что человек обращает внимание на те или иные признаки картины в зависимости от того, что он должен с ней делать. Построить модель из палочек или отвечать на вопросы о мишени охотника — это разные требования. Что произошло бы, например, в случае, если бы испытуемым показали пространственную настольную модель содержания картинок Хадсона и попросили правильно расположить охотника и антилопу (или охотника, антилопу и слона)? Если бы такая задача на конструирование содействовала проявлению трехмерного восприятия, в изучении восприятия глубины на картинках появилась бы новая черта. Если же нет, то мы с уверенностью ограничили бы исследование факторов, вызывающих трехмерное восприятие картинок, изучением вопросов, связанных с содержанием картинок, которому придавал большое значение Дереговский.

Некоторые другие экспериментальные данные также убедительно свидетельствуют о влиянии существующих в некоторых культурах условностей на восприятие картинок. Хадсон сообщает о ряде исследований, в которых обнаружилось, что африканцы из традиционных групп не понимают условностей изображения, естественных с точки зрения европейца. К таковым относится применение ракурса для передачи перспективы — обученные грамоте европейские дети адекватно воспринимали изображение поднимающегося по лестнице человека, в то время как неграмотные африканские дети считали, что этот человек — калека: у него одна нога короче другой. Африканские школьники, которых просили нарисовать корову в профиль, изобразили все четыре копыта, два рога и два уха, как бы сочетая вид сбоку с видом спереди, тогда как европейские школьники рисовали профиль коровы. Хадсон делает вывод, что европейский ребенок рисует буквально то, что видит, хотя он знает, что «на самом деле» это неверно, в то время как африканский ребенок рисует то, о чем он знает: корова не корова, если у нее нет четырех копыт.

Тема 18

Экспериментальные исследования мышления и речи

Репродуктивное и продуктивное (творческое) мышление. Мышление как процесс постановки и решения субъектом творческих задач. Факторы, влияющие на его успешность. Объективная (требование, условия) и субъективная (цель, средства) структура решения задачи, понятие инсайта. Проблемные ситуации и эвристические приемы решения задач. Стадии мыслительного процесса, их объективная индикация и аналитическая реконструкция. Эмоциональная активация в структуре решения задачи. Мышление и целеобразование, виды целеобразования. Внешняя и внутренняя мотивация познавательной деятельности.

Вопросы к семинарским занятиям

1. *Метод самонаблюдения и исследования мышления в вюрцбургской школе.*
2. *Метод рассуждения вслух и его возможности для исследования мыслительного процесса. Построение родословного дерева решения задачи. Построение графа решения задачи.*
3. *Использование поведенческих и физиологических реакций для изучения мыслительного процесса. Понятие невербализованного операционального смысла. Эмоциональная регуляция мыслительной деятельности.*
4. *Этапы творческого процесса. Факторы, влияющие на успешность решения задач. Исследования условий эффективности влияния наводящей задачи на решение основной.*
5. *Методы исследования понятий.*
6. *Исследования процессов умозаключения и принятия решения.*
7. *Восприятие и понимание речи.*
8. *Язык и мышление. Гипотеза лингвистической относительности и детерминизма.*

1 *Метод самонаблюдения и исследования мышления в вюрцбургской школе*

А.А. Крогиус

[Вюрцбургская школа экспериментального исследования мышления]*

Одной из первых работ по экспериментальному исследованию мышления было исследование Марбе по психологии суждения[1]. Испытуемым предлагались различные вопросы, вызывавшие у них процессы суждения, т.е. такие процессы, к которым приложимы предикаты истинный и ложный. Непосредственно после опыта испытуемый должен был описать, что было им пережито. Испытуемыми были проф. Кюльпе и проф. Реттекен. Предлагались, например, вопросы: «На какой реке находится Берлин?» — Ответ (Кюльпе): «На Шпрее». — При этом возник зрительный и слухо-двигательный образ этого слова. Вопрос: «Сколько будет 6 раз 15?» — Ответ: «90». — При этом возникли неясные двигательные образы 15 и 6. Был исследован целый ряд суждений частью очень простого содержания, не требовавших никакого умственного напряжения. Суждения переживались как представления предметов или слов. Необходимо здесь также отметить, что в немногих случаях, особенно при более сложных суждениях, были констатированы особые «положения сознания» (Bewusstseinslagen). Иногда они определялись как чувство искания, чувство сомнения, чувство уверенности, иногда же были совершенно неопределимы. <...>

Из исследования Уатта особенно важно отметить выяснение им вопроса, какое значение имело для течения представлений то или иное предложенное испытуемому *задание*[2]. Его эксперименты доказали, что задание (например, назвать понятие, соподчиненное с тем, которое названо экспериментатором) влияет на течение представлений и тогда, когда оно *не сознается* испытуемым.

---

* Новые идеи в философии: психология мышления / Ред. Н.О. Лосский, Э.Л. Радлов. СПб.: Образование, 1914. Сб. 16. С. 84—87, 89—91, 93—99.

[1] См.: *Marbe K.* Experimentell-psychologische Untersuchungen über das Urtheil. 1901.

[2] См.: *Watt.* Archiv für die ges. Psychologie. B. IV.

По вопросу о влиянии задания на процессы мышления к таким же выводам, как Уатт, пришел Нарцисс Ах[3]. Течение представлений может не зависеть от внешних раздражений и от ассоциативных влияний, если им управляют *детерминирующие тенденции*. Последние могут исходить и от намерений субъекта, и от испытанных им прямых и косвенных внушений, от данного ему приказания, от предложенной ему задачи, могут быть ясно осознанными и бессознательными. Они создают между представлениями новые ассоциации, и они же обусловливают осмысленное и целесообразное течение психических процессов. Действие детерминирующих тенденций особенно ясно сказывается в явлении *сознанности* (Bewusstheit). Под этим термином понимается наличность у нас ненаглядного знания. <...> Ах рассматривает эту сознанность как тенденцию к воспроизведению представлений определенного содержания. Когда возникает «сознанность», то воспроизведение еще не произошло, но уже намечен путь, по которому оно должно направиться, детерминирующая тенденция уже вступила в силу. Если она проявит свое полное действие, то постепенно раскроется содержание данного знания, развернется в в последовательную нить совокупность представлений, свернутых в невидимый клубок ненаглядного знания, например, при переживании понятия — выйдут на свет сознания чувственные образы, скрывавшиеся в единстве данного понятия. Ненаглядное знание есть результат возбуждения представлений, готовых появиться в поле сознания. Это есть сознание тенденции, содержание которой еще не раскрыто, хотя и предопределено. Даже в то время, когда оно еще не раскрылось, я могу безошибочно сказать, соответствует ли ему возникновение в сознании того или иного представления, или нет. Ненаглядное знание является одним из видов сознания детерминированности еще не выявленными чувственными представлениями. <...>

Другие исследователи Вюрцбургской школы еще резче, чем Ах, подчеркивали значение для мышления ненаглядных элементов. Так, Тэйлор, исследовавший понимание слов и предложений, пришел к следующим выводам. При понимании предложений, имеющих наглядное содержание, наглядные представления возникают далеко не всегда. Если же предложения не имеют наглядного содержания, то возникновение наглядных представлений только *мешает* пониманию[4]. Так, Тэйлор предложил Мессеру прочитать страничку книги по политической экономии. Три наглядных представления, возникших у Мессера во время чтения этой страницы, находились только в случайной внешней связи со смыслом прочитанного и не только не облегчили, а, напротив, затруднили понимание.

Вопрос о ненаглядном мышлении был так выдвинут Вюрцбургской школой, что, например, Шульце делит все переживания на две группы, на *явления* и *мысли*, или *«сознанности»*[5]. Явления обладают наглядным характером, могут

---

[3] См.: *Ach N.* Ueber die Willensthätigkeit urid das Denken. 1905.

[4] См.: *Taylor O.* Zeitschrift für Psychologie. B. XL.

[5] См.: *Schultze O.* Archiv für die ges. Psychologie. B. VIII.

быть локализованы, т.е. между ними могут быть установлены пространственные соотношения. Сюда относятся ощущения, <...> представления <...> и чувства. Другую сторону душевной жизни составляют мысли или сознанности. К числу мыслей относится также сознание — я хочу, я обращаю внимание. Между мыслями нет пространственных соотношений; они не имеют наглядного характера, но осознаются так же непосредственно, как и явления. Они не отождествимы с явлениями — я могу переживать явления и сознавать своеобразную пустоту — отсутствие мыслей. Я всегда могу сказать, была ли у меня та или иная мысль. Мысли могут переживаться без переживания соответствующих явлений. Понимание смысла, значения слов сплошь и рядом происходит без возникновения в сознании каких бы то ни было явлений. <...>

Очень обстоятельное экспериментальное исследование процессов мышления было произведено Мессером[6]. <...> Мессер исследовал с помощью эксперимента понимание отдельных слов и целых предложений. При понимании смысла отдельных слов у испытуемых возникали иногда наглядные представления: чаще всего зрительные образы. Очень часто, однако, даже при такой искусственной изоляции понятий никаких наглядных представлений не возникало. Во всяком случае, переживание значения понятия нельзя сводить к представлению каких бы то ни было наглядных образов, безразлично, словесных или предметных. <...> Сознание, что данное понятие охватывает все предметы, выделенные на основании известного принципа, наглядного выражения не имеет. <...> Для значения многих слов мы не находим никаких наглядных представлений — значение таких слов, как содержание, функция, зависимость, отношение, а также различных предлогов, союзов, флексий, не может быть выражено никакими наглядными представлениями. Между тем значение их сознается совершенно отчетливо. Переживание понятия есть *интенция, направленный на идеальный предмет*. <...>

Мессер производил также исследование процесса суждения. Испытуемым было предложено сравнить суждения с ассоциациями. Показывали, например, различные слова и предлагали испытуемому произнести слово, пришедшее ему на ум после того, как он понял значение прочитанного слова. Замок — высокий, картина — прекрасная — это были, по характеристике испытуемого, чистые ассоциации. Затем тому же испытуемому предложили ответить на название предмета, которое ему будет показано, названием какого-нибудь признака этого предмета. Замок — велик. Это было обозначено как суждение. Испытуемые показали, что при суждении, в отличие от ассоциаций, мыслится объективное отношение между понятиями. И при ассоциациях бывают отношения между понятиями, и отношения эти могут сознаваться субъектом, но отсутствует сознание обусловленности этого отношения предметом суждения, отсутствует сознание *объективной значимости*. <...>

---

[6] См.: *Messer A.* Archiv für die ges. Psychologie. B. VIII.

Из исследований Вюрцбургской школы особенное внимание привлекли работы Бюлера[7]. Бюлер говорил, что, стоя на точке зрения психологии, мы должны быть в состоянии указать для всех мыслей определенные изменения в сознании. Он исследовал такие процессы, признание которых мышлением является бесспорным. <...> И хотя различные мысли представляют совершенно своеобразные переживания, ни к чему другому не сводимые, возможно, однако, установить несколько типов мыслей.

Во-первых, мысли могут характеризоваться как *сознание правила*. Вопрос: «Может ли быть опровергнута какими-нибудь открытиями атомистическая теория в физике?» — Ответ (проф. Дюрр): «Да. Прежде всего, возникло понимание вопроса. Потом мгновение ожидания решения, в каком смысле следует ответить на вопрос. Потом возникло сознание, неформулированное, которое я в настоящее время мог бы выразить словами: благодаря чему атомистическая теория сделалась вероятной. В этом уже лежало знание, каким образом решаются подобные вопросы». В этом и в других подобных случаях происходит мышление по известному методу, по известному правилу. <...>

Во-вторых, мысли могут сводиться к *сознанию отношения*. Вопрос: «Если кто хочет сделаться вождем человечества, то долгое время должен считаться опаснейшим врагом его. Верно ли это?» — Ответ (проф. Кюльпе): «Нет. Мое стремление было направлено к тому, чтобы установить отношение между врагом и вождем».

И наконец, в-третьих, согласно Бюлеру, мысли могут сознаваться как *интенции*. В них выступает на первый план не предмет, а содержание мысли. Это содержание, обусловливающее направленность на тот или иной предмет, кажется данным в совершенно готовом и определенном виде — сознается как определенность содержания (Wasbestimmtheit). Такая определенность <...> представляет из себя не наглядное, но действительное знание о предметах, воспринятых нами в прошлом. Такого рода переживания возникали, например, если испытуемых приглашали представить себе развитие античного скептицизма, сравнить Юма с Гербартом, определить характер эпохи Возрождения и т.д.

Эти определенности содержания представляются как бы совершенно сложившимися и в то же время «не имеющими субстрата», свободно витающими перед умственным взором во всей своей глубине и сложности. Перед нами могут развертываться безгранично широкие области знания, к которым неприменимы никакие определения «объема» сознания. Мы можем мысленно обозреть одним взглядом самые сложные научные и философские системы. <...>

Из того обстоятельства, что мысли совершенно отличны от ощущений и представлений, естественно вытекает, что законы, управляющие течением и связью мыслей, иные, чем те, которым подчинены в своей смене ощущения и представления.

---

[7] См.: *Bühler K.* Archiv für die ges. Psychologie. B. IX, XII.

2 *Метод рассуждения вслух и его возможности для исследования мыслительного процесса. Построение родословного дерева решения задачи. Построение графа решения задачи*

К. Дункер

Структура и динамика процессов решения задач (о процессах решения практических проблем)*

Введение и постановка вопроса

«Проблема» возникает, например, тогда, когда у живого существа есть какая-либо *цель* и оно «не знает», как этой цели достигнуть. Мышление выступает на сцену во всех тех случаях, когда переход от данного состояния к желаемому нельзя осуществить путем непосредственного действия (выполнения таких операций, целесообразность которых не вызывает никаких сомнений). Мышление должно наметить ведущее к цели действие прежде, чем это действие будет выполнено. «Решение» практической проблемы должно поэтому удовлетворять двум требованиям: во-первых, его осуществление (воплощение в практике) должно иметь своим результатом достижение желаемого состояния, и, во-вторых, оно должно быть таким, чтобы, исходя из данного состояния, его можно было осуществить путем «соответствующего действия».

Практическая проблема, на которой я наиболее детально изучал процесс нахождения решения, такова: надо найти прием для уничтожения неоперируемой опухоли желудка такими лучами, которые при достаточной интенсивности разрушают органические ткани, при этом окружающие опухоль здоровые части тела не должны быть разрушены.

Таким практическим проблемам, в которых спрашивается: «Как этого достигнуть?» — родственны теоретические задачи, в которых стоит вопрос: «Из чего это следует?». Если там (в практических задачах) проблема возникала из того, что не было видно прямого пути, ведущего от наличной действительности к цели, то здесь (в теоретических задачах) проблема возникает из того, что не

---

* *Дункер К.* Психология продуктивного (творческого) мышления // Психология мышления / Ред. А.М. Матюшкин. М.: Прогресс, 1965. С. 86—95, 97—99, 102—107, 117—125, 130—131.

видно пути, ведущего от данных условий к определенному утверждению или предположению (или констатируемому факту). <...>

В нашем исследовании речь идет о том, *каким образом из проблемной ситуации возникает решение, какие бывают пути к решению определенной проблемы.*

Методика

Эксперименты протекали следующим образом. Испытуемым — это были по преимуществу студенты или школьники — предлагались различные интеллектуальные задачи с просьбой думать вслух. Эта инструкция «думать вслух» не совпадает с обычным при экспериментальном изучении мышления требованием самонаблюдения. При самонаблюдении испытуемый делает самого себя как мыслящего индивида предметом наблюдения; мышление же думающего вслух направлено непосредственно на существо вопроса, оно лишь выражено вербально.

Когда кто-либо при размышлении непроизвольно говорит, ни к кому не обращаясь: «Надо, пожалуй, посмотреть, нельзя ли...» или «Было бы прекрасно, если бы можно было показать, что...», то никто не назовет это самонаблюдением; и тем не менее в таких высказываниях отражается то, что является, как мы увидим далее, «развитием проблемы».

Испытуемому настойчиво предлагалось не оставлять без вербализации никакой мысли, какой бы беглой или неразумной она ни была. Когда испытуемый считал себя недостаточно подготовленным, он должен был спокойно спросить экспериментатора. Но для решения задач не нужно было никаких специальных предварительных знаний.

Протокол решения задачи на «облучение»

Начнем с задачи на «облучение». Обычно при этой задаче показывался схематический чертеж (рис. 1). В самый первый момент каждый представлял себе задачу примерно таким образом (поперечный разрез через тело, в середине — опухоль, слева — аппарат, из которого идут лучи). Но, очевидно, так задача не решается.

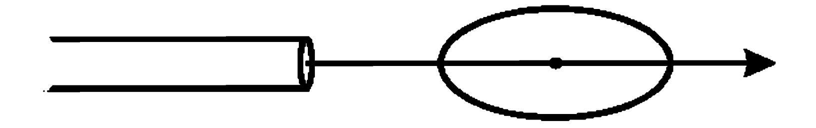


Рис. 1

Из имеющихся у меня протоколов я выбираю протокол такого процесса решения, который особенно богат типическими ходами мысли и притом особенно длинен и полон (обычно процесс протекал более связно и с меньшей помощью экспериментатора).

Протокол

1. Пустить лучи через пищевод.

2. Сделать здоровые ткани нечувствительными к лучам путем введения химических веществ.

3. Путем операции вывести желудок наружу.

4. Надо уменьшить интенсивность лучей, когда они проходят через здоровые ткани, например (можно так?), полностью включить лучи лишь тогда, когда они достигнут опухоли (*Эксп.*: Неверное представление, лучи — не шприц).

5. Взять что-либо неорганическое (не пропускающее лучей) и защитить таким образом здоровые стенки желудка (*Эксп.*: Надо защитить не только стенки желудка).

6. Что-нибудь одно: или лучи должны пройти внутрь, или желудок должен быть снаружи. Может быть, можно изменить местоположение желудка? Но как? Путем давления? Нет.

7. Ввести (в полость живота) трубочку? (*Эксп.*: Что, вообще говоря, делают, когда надо вызвать каким-либо агентом на определенном месте такое действие, которого надо избежать на пути, ведущем к этому месту?).

8. Нейтрализуют действие на этом пути. Я все время стараюсь это сделать.

9. Вывести желудок наружу (см. 6). (*Эксп.* повторяет задачу, подчеркивается «при недостаточной интенсивности»).

10. Интенсивность должна быть такова, чтобы ее можно было изменять (см. 4).

11. Закалить здоровые части предварительным слабым облучением (*Эксп.*: Как сделать, чтобы лучи разрушали только область опухоли?).

12. Я вижу только две возможности: или защитить здоровые ткани, или сделать лучи безвредными. (*Эксп.*: Как можно было бы уменьшить интенсивность лучей на пути до желудка?) (ср. 4).

13. Как-нибудь отклонить их диффузное излучение — рассеять... стойте.... Широкий и слабый пучок света пропустить через линзу таким образом, чтобы опухоль оказалась в фокусе и, следовательно, под сильным действием лучей[1] (общая продолжительность около 30 *мин*). <...>

[1] Это предложение ближе к «лучшему» решению: перекрещивание многих слабых пучков лучей в области опухоли; таким образом, только здесь достигается нужная для разрушения интенсивность. Тот факт, что имеющиеся здесь в виду лучи не могут преломляться обычной линзой, не имеет для нас (т.е. с точки зрения психологии мышления) значения.

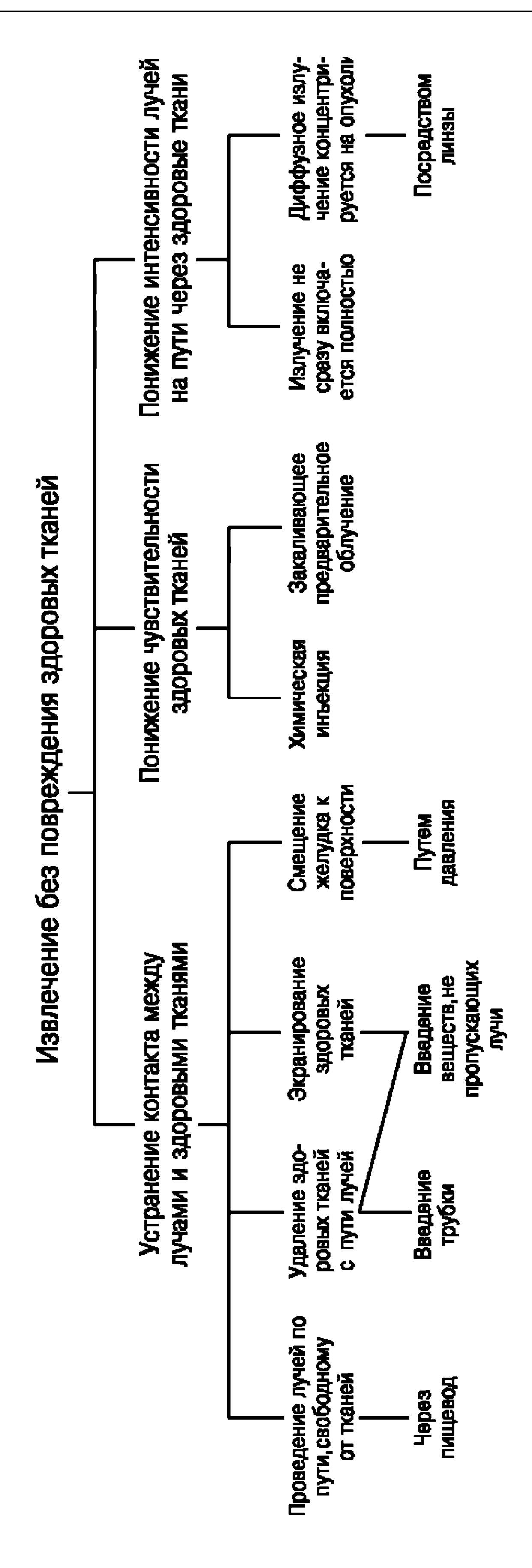


Рис. 2. Родословное дерево решения задачи на облучение

Группировка предложенных решений

Из приведенного протокола видно, прежде всего, следующее. Весь процесс, от постановки проблемы до окончательного решения, представляет собой ряд более или менее конкретных предложений решения. <...> Если сопоставить различные содержащиеся в протоколе решения, то, естественно, выделяются некоторые группы очень сходных друг с другом решений. Очевидно, что решения 1, 3, 5, 6, 7 и 9 сходны между собой в том, что в них делается попытка *устранить контакт между лучами и здоровыми тканями*. Это достигается весьма различным образом: в 1-м случае, с помощью проведения лучей таким путем, на котором нет никаких тканей, в 3-м — с помощью оперативного устранения здоровых тканей с пути лучей, в 5-м — посредством введения защитного экрана (что в невысказанной форме подразумевалось уже в 1-м и 3-м), в 6-м — с помощью перемещения желудка к поверхности тела, наконец, в 7-м — с помощью комбинации 3-го и 5-го. Совсем иначе схвачена проблема в предложениях 2 и 11. Здесь возможность разрушения здоровых тканей должна быть устранена путем понижения их чувствительности. В предложениях 4 и 8, 10 и 13 реализуется третий подход понижения интенсивности лучей на пути, ведущем к опухоли. Из протокола видно, что процесс обдумывания все время колеблется между этими тремя подходами.

В целях большей наглядности описанные нами отношения приведены на схеме (рис. 2).

Функциональное значение решений и понимание

В только что приведенной классификации предложенные решения сгруппированы по виду и способу, с помощью которых предполагается решить проблему, по их «благодаря чему», по их «функциональному значению». Рассмотрим для примера предложение: «Послать лучи через пищевод». Испытуемый здесь ничего не говорит об устранении контакта или о пути, свободном от тканей.

И тем не менее пищевод получает в этой связи характер решения проблемы только в силу своего свойства, что он представляет собой свободный от тканей путь к желудку. Он фигурирует как «воплощение» именно этого свойства, которое и есть в данной ситуации — «благодаря чему», есть функциональное значение пищевода.

Функциональным значением «концентрации диффузных лучей на опухоли» является «малая интенсивность лучей на пути к опухоли, большая на самой опухоли».

Функциональное значение какого-либо решения необходимо для понимания того, почему оно является решением. Это как раз то, что называют «со-

лью», принципом, тем, в чем заключается суть дела. Подчиненные, специальные свойства и особенности решения «воплощают» этот принцип, «применяют его» к специальным условиям ситуации. Так, например, пищевод (как решение) есть приложение принципа «свободный путь в желудок» к специальным условиям человеческого тела.

Понять какое-либо решение как *решение* — это значит понять его как воплощение его функционального значения. <...>

Решение, которое предлагается без достаточного понимания функционального значения, часто обнаруживает себя в бессмысленных ошибках. <...> «Хорошие» и «глупые» ошибки (в келеровском смысле) можно отличить друг от друга именно так: при умных, осмысленных ошибках правильно намечается хотя бы общее функциональное значение, лишь конкретное воплощение оказывается непригодным (например, обезьяна ставит под высоко висящей приманкой ящик на ребро, потому что он таким образом оказывается ближе к цели; конечно, приближение достигается за счет устойчивости). При «глупой» же ошибке обычно слепо осуществляется внешний вид ранее выполненного или виденного решения без понимания функционального значения. (Например, обезьяна прыгает вверх с ящика, но приманка висит не над ящиком, а совсем в другом месте).

Процесс решения как развитие проблемы

Из сказанного уже ясно, что отношение более общих свойств решения к более частным имеет *генетическое* значение. ***Окончательная форма определенного предлагаемого решения достигается не сразу: обычно сначала возникает принцип, функциональное значение решения и лишь с помощью последовательного конкретизирования (воплощения) этого принципа развивается окончательная форма соответствующего решения. Другими словами, общие, «существенные» черты решения генетически предшествуют более специальным, и эти последние организуются с помощью первых.*** Приведенная выше классификация представляет собой, следовательно, нечто вроде «родословного дерева решения» для задачи на «облучение».

Нахождение определенного общего свойства решения всегда равносильно определенному *преобразованию первоначальной проблемы*. Рассмотрим, например, четвертое предложение из приведенного нами протокола. Здесь совершенно ясно, что сначала возникает лишь очень общее функциональное значение решения: «Надо уменьшить интенсивность лучей по пути». Но возникновение этой мысли есть не что иное, как решительное преобразование первоначальной задачи. Теперь испытуемый ищет не просто «способа облучения опухоли, не разрушая здоровых тканей», как это было вначале, но уже ищет, сверх того, способ понизить интенсивность лучей по пути к опухоли. Поставленная зада-

ча, таким образом, заострилась, специализировалась; и именно как решение этой новой, преобразованной задачи возникает (правда, весьма нелепое) предложение: включить лучи на полную интенсивность лишь после того, как они достигнут опухоли. Из того же самого преобразования проблемы возникает в конце всего процесса пригодное решение: «Концентрировать на опухоли диффузные лучи».

Сходным образом обстоит дело и со всеми остальными предложениями, приведенными в протоколе: *находимые в первую очередь свойства решения, т.е. функциональные значения, всегда являются продуктивными преобразованиями первоначальной проблемы.*

Мы можем, следовательно, рассматривать процесс решения не только как развитие решения, но и как развитие проблемы. Конечная форма определенного решения в типическом случае достигается путем, ведущим через промежуточные фазы, из которых каждая обладает в отношении к предыдущим фазам характером решения, а в отношении к последующим — характером проблемы. <...>

Недостаточность протокола

Здесь уместно высказать несколько основных положений относительно протоколов. Всякий протокол более или менее достоверен лишь в отношении того, что в нем есть, но не в отношении того, чего в нем нет. Ибо даже самый тщательный протокол представляет собой лишь в высшей степени неполную регистрацию того, что действительно происходило. Основания этой недостаточности протокола, отражающего процесс мышления вслух, интересуют нас вместе с тем и как свойство процесса решения. Промежуточные этапы часто не указываются в протоколе в тех случаях, когда они сейчас же получают свою окончательную форму, когда, следовательно, между ними и их окончательными воплощениями нет сколько-нибудь ясной границы. В этих случаях они слишком сливаются со своими окончательными воплощениями. Там же, где они в течение некоторого времени должны были существовать как задачи, прежде чем нашли свое окончательное «применение» в ситуации, там больше шансов на то, что они получат выражение в речи. Далее, многие подчиненные фазы потому не получают своего выражения в протоколе, что ситуация, по мнению решающего, не обещает успеха для реализации данного принципа. <...> В очень многих случаях промежуточные фазы не указываются потому, что испытуемый даже и не замечает, как он уже модифицировал первоначально поставленную проблему. <...> Дело может зайти так далеко, что испытуемый сам, к своей невыгоде, лишает себя свободы движения, ибо он, не давая себе в том отчета, заменяет поставленную задачу более узкой и поэтому остается в рамках этой более узкой задачи именно потому, что он не отличает ее от первоначальной.

«Побуждение снизу»

Бывают случаи, когда окончательная форма решения достигается не путем, ведущим сверху вниз, т.е. не через функциональное значение этого решения. Очевидно, это бывает при «привычных» решениях. Если окончательное решение определенной проблемы привычно для думающего, то его не надо «строить», оно прямо «репродуцируется» сознаванием задачи в целом (что, конечно, не исключает того, что оно воспроизводится вместе со своим функциональным значением и как воплощение этого значения и, следовательно, понимается).

Но бывают и еще более интересные случаи. Всякое решение имеет в известном смысле два корня, *один — в том, что требуется, другой — в том, что дано*. Точнее: ***всякое решение возникает из рассмотрения данных под углом зрения требуемого. Причем эти два компонента очень сильно варьируют по своему участию в возникновении определенной фазы решения.*** Определенное свойство решения иногда очень ясно осознается раньше, чем оно обнаруживается в особенностях ситуации, а иногда не осознается. Пример из задачи на облучение: пищевод может обратить на себя внимание именно потому, что испытуемый ищет уже свободный путь в желудке. Но может случиться, что испытуемый как бы «натолкнется на пищевод» при еще сравнительно неопределенном, беспрограммном рассмотрении особенностей ситуации. Выделение пищевода в этих случаях влечет за собой, — так сказать, снизу — соответствующее функциональное значение «свободный доступ в желудок»; другими словами, здесь воплощение предшествует функциональному значению. Подобного рода случаи встречаются нередко, так как «анализ ситуации» часто (и не без пользы, поскольку надо найти новые подходы) протекает сравнительно «беспрограммно». <...>

Научение из ошибок (корригирующие фазы)

До сего времени мы имели в виду лишь движение от более общих этапов решения к более конкретным (или наоборот), т.е. движение по генетической линии решения. Приведенный нами протокол достаточно убедительно показывает, что это не единственный тип следования друг за другом фаз решения. Из протокола видно, что линия развития постоянно изменяется, испытуемый все время переходит от одного подхода к другому. Такой переход к *соподчиненным фазам* имеет место обычно тогда, когда какое-либо предложенное решение не удовлетворяет или когда по данному направлению не удается идти дальше. Тогда испытуемый ищет какого-либо (более или менее определенного) *другого* решения. Например, когда первое предложение (использовать пищевод) было признано неудачным, происходит довольно радикальное изменение направ-

ления. Стремление избежать контакта совсем устраняется и вместо этого испытуемый начинает искать способ сделать ткани нечувствительными. Но уже в 3-м предложении испытуемый опять возвращается к старой тактике лишь в новом ее варианте. И такое колебание туда и сюда повторяется многократно. При переходе к соподчиненным фазам, как это легко можно видеть, размах этого перехода может быть различен. Ибо такой переход заключает всегда в себе некоторое движение вспять к уже бывшей ранее фазе проблемы. <...> Разумеется, при таком возвращении назад мышление никогда не возвращается в точности к тому же самому пункту, на котором оно уже однажды находилось. Неудача определенного предложения имеет своим следствием по крайней мере то, что теперь пробуют решить задачу «иначе». Испытуемый ищет — в рамках прежней постановки вопроса — другой зацепки для решения. Иногда же изменяется старая постановка вопроса — и притом в совершенно определенном направлении, в силу вновь присоединившегося к ней требования — устранить то свойство предложенного неверного решения, которое противоречит условиям задачи. <...>

Это «учение на ошибках» играет в процессе решения задачи такую же важную роль, как и в жизни. В то время как простое понимание, что «так не годится», может привести лишь к непосредственной вариации старого приема, выяснение того, «почему» это не годится, осознание *основ конфликта* имеет своим следствием соответствующую определенную *вариацию, корригирующую* осознанный недостаток предложенного решения. <...>

Эвристические методы мышления, анализ ситуации как анализ конфликта

Посмотрим, какое в действительности существует отношение между решением и проблемой. Мы найдем следующее: *решение всегда есть вариация какого-либо критического момента ситуации.* Так, например, при решении задачи на облучение изменяется или пространственное расположение лучей, опухоли и здоровых тканей, или интенсивность (концентрация) лучей, или чувствительность тканей. И в первом случае может изменяться или путь лучей, или положение здоровых тканей, или положение опухоли (этим в задаче на облучение примерно исчерпываются первичные «конфликтные моменты»).

Каждое решение возникает, следовательно, из конкретного специфического субстрата, составляющего ситуацию задачи. <...>

«Настойчивый» анализ ситуации, в особенности стремление осмысленно варьировать соответствующие свойства ситуации под углом зрения цели, должен входить в собственную сущность возникновения решения, находимого мышлением. Такие относительно общие приемы решения мы будем называть «эвристическими методами мышления».

Вопрос относительно того, какие именно свойства ситуации надо варьировать, идентичен с вопросом *«почему, собственно, это не годится?»* или *«что является причиной затруднения (конфликта)?»*.

Ибо всякое свойство ситуации, вариация которого ведет к решению, представляет собой первоначально некоторое «основание конфликта» (например, большая интенсивность лучей по пути к опухоли или пространственное совпадение лучей и здоровых тканей). Каждому решению соответствует некоторое имеющееся в ситуации основание конфликта. Анализ ситуации есть, следовательно прежде всего, *«анализ конфликта»*. При решении задачи на облучение мы спрашиваем: почему, собственно, здоровые ткани будут разрушены? Какие свойства ситуации повинны в этом? Другими словами, мы не просто спрашиваем, как избежать повреждения здоровых тканей: *мы стремимся глубже вникнуть в природу, в основание конфликта.* <...>

Анализ ситуации как анализ материала

Конечно, анализ ситуации не исчерпывается анализом конфликта. Проблемная ситуация содержит в себе, вообще говоря, в более или менее развернутой форме также и всевозможный *материал* для различных решений. Наряду со свойствами ситуации, которые при решении устраняются или изменяются, существуют и такие свойства, которые в решении применяются. На относительно спонтанной действенности этих последних основывается то, что мы называли выше «побуждением снизу». В то время как конфликтные моменты отвечают на вопросы: «Почему не получается? Что я должен изменить?», материал отвечает на вопрос: «Что я могу использовать?» *Таким образом, анализ ситуации выступает в двух видах: как анализ противоречий и как анализ материала.* <...>

Анализ цели

Наряду с анализом ситуации в его двух указанных формах, для типичного процесса мышления характерным является *анализ цели, требуемого,* вопрос — «чего, собственно, я хочу?» и часто дополнительный вопрос — «без чего я могу обойтись?». Например, при задаче на облучение решающему может стать ясно, что вовсе не необходимо направлять лучи одним пучком, как это показано на исходной модели, что без этого можно обойтись. <...>

Сходную роль играет намеренное обобщение постановки проблемы, цели, т.е. вопрос: «Что, вообще говоря, делают, когда...» При задаче на облучение я не раз, когда испытуемый «из-за деревьев не видел леса», рекомендовал этот эвристический метод обобщения, говоря: «А что вообще делают, когда хотят

с помощью какого-либо агента осуществить в определенном месте некоторый эффект, который вместе с тем желают устранить на пути к этому месту?» Хотя испытуемый часто отвечал: «Да я все время пробую это сделать», все же вопрос ему помогал, являясь в известной мере устранением фиксации. <...>

Таким образом, ***в типическом процессе мышления решающую роль играют определенные эвристические «методы», которые обусловливают возникновение следующих друг за другом стадий решения.*** Эти эвристические методы не указаны в приведенных выше «родословных» решений задачи. Они не являются фазами или свойствами решения, а «путями» к нему. Они спрашивают: «как мне найти решение», а не «как мне достигнуть цели»[2].

Податливость (рыхлость) моментов ситуации

По какому направлению в каждый данный момент пойдет процесс решения, это зависит от психологического рельефа ситуации, от «податливости» или «рыхлости» соответствующих моментов ситуации. Для многих испытуемых задача на облучение, по крайней мере в первый момент, представляется так, что соответствующая вариация пути лучей является, безусловно, необходимым и единственным приемом решения. Остальные критические моменты ситуации (таковыми являются интенсивность лучей, внутренние свойства тканей) остаются «неизменными», «устойчивыми», «не относящимися к вопросу».

От каких незначительных нюансов постановки вопроса может зависеть направление процесса решения, показывают следующие опыты: две группы испытуемых получили задачу на облучение с одним и тем же текстом и одинаковыми рисунками; лишь две фразы, которые должны были пояснить непригодность прямого «решения» задачи, были сформулированы для одной группы одним, а для другой — другим образом.

Группа I получила такую формулировку; «При этом лучи разрушили бы и здоровые ткани. Как можно было бы не допустить, чтобы лучи причинили вред здоровым тканям?» Группа II получила вместо этой такую формулировку: «При этом и здоровые ткани были бы разрушены. Как можно было бы сделать так, чтобы здоровые ткани не были разрушены лучами?» То есть те же самые мысли были выражены один раз в действительном залоге, а другой раз — в страдательном. В первом случае ударение лежит на лучах, во втором — на здоровых тканях.

Чтобы установить, повлияло ли такое различие в ударении на направление решения, я подсчитал в обеих группах протоколы, в которых интенсивность лучей так или иначе являлась исходным пунктом решения. <...>

[2] Решение есть путь к цели, которая поставлена задачей, а эвристический метод – путь к решению.

Оказалось следующее: вариацией интенсивности лучей занимались 10 из 22 испытуемых первой группы (43%) и только 3 из 21 (14%) испытуемых второй группы, кроме того, в первой группе интенсивность лучей играла гораздо более важную роль.

«Однопучковость» лучей (*один* пучок из *одного* источника) почти для всех испытуемых была таким очевидным, твердым условием решения, что уже по одному этому мысль о «концентрации нескольких слабых пучков лучей на опухоли» почти не могла возникнуть. Если бы я достаточно рано заметил это, то я при основных опытах не давал бы рисунка, который фиксирует определенные свойства и потому является помехой. <...> Чтобы проверить это подозрение, было поставлено несколько коллективных опытов.

1. 11 испытуемых получили задачу с *приложением рисунка,* 11 других — *без рисунка.* (Испытуемыми были ученики предпоследнего класса реального училища.) Результат: с рисунком — 9% решений путем концентрации, без рисунка — 36%.

2. В двух других коллективных опытах (проводившихся без рисунка) 28 испытуемых получили задачу в старой формулировке, тогда как 30 испытуемых получили вариант, в котором «лучи» заменены «частицами». <...> Результат: в опытах с пучком лучей — 18% решений, в опытах с частицами — 37%. (Испытуемыми были частично студенты, частично ученики шестого класса.) Правильность подозрения подтвердилась. <...>

Конечно, конфликтный момент может обладать <...> такой степенью устойчивости, которая оказывается сильнее почти всех противодействующих влияний. В этом случае мы говорим о «фиксировании». Прекрасный пример дает известная задача, в которой требуется из шести спичек построить четыре равносторонних треугольника. Решением является тетраэдр (пирамида, образованная четырьмя треугольниками). Все испытуемые (у нас было 5 испытуемых в индивидуальных опытах и около 40 в коллективных) вначале пытаются решать задачу построением в одной плоскости, как если бы задача гласила: «...выложить на плоскости четыре равносторонних треугольника». <...>

Следует заметить, что «рельеф устойчивости», свойственный определенной проблемной ситуации, не зависит от произвольного распределения внимания. Наоборот, вообще говоря, непроизвольный рельеф ситуации управляет вниманием.

Переструктурирование материала

Всякое решение есть какое-то изменение данной ситуации. При этом изменяются не только те или другие части ситуации, <...> но изменяется, кроме того, *общая психологическая структура* ситуации (или определенных, имеющих

значение для решения ее частей). Такие изменения называют «переструктурированием».

Например, в ходе решения испытывает процесс переструктурирования ее *«рельеф подчеркнутости»* ситуации (ее рельеф «фигуры — фона»). Части и моменты ситуации, которые раньше или совсем не сознавались, или сознавались лишь на заднем плане, вдруг выделяются, становятся главными, темой, «фигурой», и наоборот.

Кроме подчеркнутости изменяются предметные свойства или «функции». Вновь выделяющиеся части ситуации обязаны своим выделением некоторым (сравнительно общим) функциям: одно становится «препятствием» — тем, «за что надо взяться» (конфликтом), другое — «средством» и т.д. Одновременно изменяются и более специальные функции (например, пищеварительный канал становится «путем лучей» или треугольник из спичек становится «основанием тетраэдра»). <...>

Неоднократно указывалось, что такие переструктурирования играют важную роль в процессах мышления при решении задач. Решающие моменты в процессах мышления, моменты внезапного понимания, «ага-переживаний», возникновения чего-то нового, всегда являются вместе с тем и моментами, когда происходит *внезапное* переструктурирование мыслимого материала, моментами, когда что-то «переворачивается». <...> Очень вероятно, что глубочайшие различия между людьми в том, что называют «способностью к мышлению», «умственной одаренностью», имеют свою основу в большей или меньшей легкости таких переструктурирований.

П. Линдсей, Д. Норман

Решение задач*

Что именно следует сделать, чтобы решить некоторую задачу? В этой главе мы рассмотрим стратегии и процедуры, обычно используемые людьми. Прежде всего, задачи бывают двух основных типов: четко поставленные и нечетко поставленные. В четко поставленной задаче цель ясно сформулирована. Вот примеры таких задач:

1) как наилучшим образом проехать в другой конец города, если все главные улицы закрыты для транспорта по случаю парада;

2) как решить шахматную задачу, помещенную во вчерашней газете: белые начинают и делают мат в пять ходов;

3) что вы делали 16 месяцев назад?

В этих задачах имеются все признаки четкой постановки: ясная цель, определенный способ судить о том, идет ли процесс решения в надлежащем направлении. В жизни, пожалуй, чаще встречаются нечетко поставленные задачи:

1) руководить постановкой интереснейшего фильма столетия;

2) посвятить свою жизнь какой-нибудь высокой цели;

3) создать бессмертное произведение искусства.

У нас есть все основания сосредоточить наше исследование на четко поставленных задачах. Наша цель — выяснить, какие процессы использует человек, добивающийся решения той или иной задачи. Мы хотим понять, как он строит внутреннюю модель задачи, какую стратегию избирает, каким правилам следует. Мы хотим узнать, какие средства позволяют ему успешно продвигаться к решению. Результаты этих исследований должны быть приложимы к решению любых задач, поставлены ли они четко или нечетко. <...>

---

* *Линдсей П., Норман Д.* Переработка информации у человека. М.: Мир, 1974. С. 473—487, 489—492.

Анатомия задачи

Лучше всего, вероятно, начать с исследования конкретной задачи, поскольку анализ облегчится, если иметь некоторое предварительное представление о шагах и операциях, которые мы будем рассматривать. Попробуйте решить приведенную ниже задачу. Работа над ней даст вам представление о тактике поведения и о принимаемых при этом решениях, даже если вам не удастся решить саму задачу. Думайте вслух, когда будете работать, высказывайте все мысли, которые придут вам в голову. Потратьте на это не менее 5 минут, даже если вам покажется, что вы не можете подступиться к задаче. Помните: главное в этом анализе — выяснить, к какого рода умственным операциям прибегают люди в подобных случаях. Решите вы данную задачу или нет — по существу, не имеет значения.

$$\begin{array}{r} \text{DONALD} \\ +\,\text{GERALD} \\ \hline \text{ROBERT} \end{array} \qquad D = 5$$

Данная задача относится к классу криптоарифметических задач. В приведенном выражении использовано всего десять букв, каждая из которых соответствует определенной цифре. Задача состоит в том, чтобы найти для каждой буквы соответствующую ей цифру, так чтобы получившиеся цифры удовлетворяли сформулированному арифметическому равенству.

Пожалуйста, произносите вслух все, что вы думаете, когда пытаетесь решить задачу. Если вам захочется записать что-либо, записывайте.

Словесный отчет

Первый шаг в изучении любого явления — наблюдать за поведением, которое с ним связано. Очевидная трудность исследования того, как человек решает задачи, — невозможность непосредственного наблюдения большей части происходящих событий. Человек выполняет свои мысленные операции молча, про себя. Один из способов преодоления этой трудности — заставить его обнаружить эти процессы, попросив его, например, рассказывать вслух, что он делает в процессе решения. В результате получается дословная запись его мыслительных процессов, или словесный отчет. Несмотря на трудности истолкования таких словесных отчетов, они, очевидно, представляют собой чрезвычайно полезную первичную информацию о процессах мышления, происходящих при решении задач.

Мы разберем небольшую часть словесного отчета одного испытуемого, пытавшегося решить задачу «*Donald* + *Gerald*». Дав пояснения к задаче, годные с приведенными выше, его попросили думать вслух в процессе поиска решения. Испытуемый впервые пытался решить такого рода задачу. Полная запись его

высказываний в течение 20 минут, затраченных на решение, составляет протокол объемом около 2200 слов (задача, ее анализ и приводимые ниже цитаты из протокола заимствованы из работы Ньюэла[1]).

Протокол решения задачи «*Donald* + *Gerald*»

Каждая буква имеет одно и только одно числовое значение? (Это был вопрос к экспериментатору, который ответил: «Одно числовое значение».)

Имеется десять различных букв, и каждая из них имеет одно числовое значение.

Букв *D* две, и каждая из них соответствует 5; значит, *T* есть нуль. Так что, я думаю, можно для начала вписать это в текст задачи. Я вписываю: 5, 5 и 0.

Посмотрим, есть ли у нас еще *T*. Нет. Зато есть еще одно *D*. Значит, я могут поставить 5 с другого края.

Дальше, у нас есть два *A* и два *L* — каждая пара в одном разряде — и еще три *R*. Два *L* равны одному *R*. Разумеется, я перенес 1 во второй разряд, откуда следует, что *R* должно быть нечетным числом, поскольку сложение двух одинаковых чисел дает четное число, а 1 — число нечетное. Так что *R* может быть равно 1 или 3, но не 5, не 7 и не 9.

(Здесь наступила долгая пауза, и экспериментатор спросил: «О чем вы сейчас думаете?»)

Теперь *G*. Раз *R* — нечетное число, а *D* равно 5, то *G* должно быть четным.

Я смотрю на левый край примера, где складывается *D* с *G*. Ах, нет, возможно, сюда надо прибавить еще 1, если мне пришлось бы перенести 1 из предыдущего разряда, где складываются *O* и *E*. Пожалуй, мне нужно на минуту отвлечься от этого.

Вероятно, лучше всего решать эту задачу, перебирая различные возможные решения. Но я не уверен, что это окажется самым легким путем.

Анализ. Итак, цитированный текст будет служить нам первичным материалом. Какие принципы из него можно извлечь? Первое впечатление от такого протокола — что испытуемый не подходит к задаче прямо и непосредственно. Он накапливает информацию и проверяет различные гипотезы, выясняя, к чему они приводят. Он часто заходит в тупик и, отступая, пробует другой путь. Взгляните на протокол. Испытуемый начинает энергично и сразу обнаруживает, что *T* равно нулю.

Букв *D* две, и каждая из них соответствует 5; значит, *T* есть нуль. Так что, я думаю, можно для начала вписать это в текст задачи. Я вписываю: 5, 5 и 0.

---

[1] См.: *Newell A.* Studies in problem solving: Subject 3 on the crypt-arithmetic task, DONALD plus GERALD equals ROBERT. Pittsburgh: Carnegie-Mellon Institute, 1967.

После этого он выясняет, можно ли использовать где-нибудь в тексте задачи свое знание, что *T* равно нулю, а *D* равно 5. Он ищет *T*.

Посмотрим, есть ли у нас еще *T*? Нет.

Эта попытка не удалась. Ну, а как с *D*?

Зато есть еще одно *D*. Значит, я могу поставить 5 с другой стороны.

Отметив это обстоятельство, испытуемый обнаруживает другое место в тексте задачи, которое кажется перспективным.

Дальше, у нас есть два *A* и два *L* — каждая пара в одном разряде — и еще три *R*. Два *L* равны одному *R*. Разумеется, я перенес 1 во второй разряд, откуда следует, что *R* должно быть нечетным числом...

Хотя испытуемый уже пришел к заключению, что *R* — нечетное число, он вновь возращается к этому вопросу, как бы проверяя свой вывод:

...поскольку сложение двух одинаковых чисел дает четное число, а 1 — число нечетное.

На этот раз он продолжает рассуждение несколько дальше и конкретно перечисляет возможные числа.

Так что *R* может быть равно 1 или 3, но не 5, не 7 и не 9.

После долгой паузы, испытуемый, однако, отказывается от этого пути по понятной причине: нет очевидного способа выбрать значение *R* из возможных вариантов. Он опять возвращается к идее о нечетности *R*. Дает ли это какую-либо информацию относительно *G*?

Теперь *G*. Раз *R* — нечетное число, а *D* равно 5, то *G* должно быть четным.

Этого краткого анализа отчета о первых пяти минутах эксперимента достаточно для того, чтобы обнаружить некоторые общие закономерности в поведении испытуемого при решении задачи. Ему известна конечная цель, которой он пытается достичь. Однако он начинает с того, что разбивает процесс достижения этой цели на некоторое число отдельных шагов. Затем он приступает к поочередной проверке ряда простых стратегий, каждая из которых, как он надеется, даст ему определенную информацию. Одни стратегии дают результат, и количество накопленных данных увеличивается. Другие стратегии явно не работают; в таких случаях испытуемый от них отказывается и пробует иной способ.

Описание, подобное приведенному выше, применимо к широкому разнообразию теоретических и практических задач. Такие же принципы обнару-

живаются при сенсомоторном решении практических задач. Однако в этом описании пока много неясного. На какой основе происходит разложение процесса достижения конечной цели на отдельные простые шаги? Откуда испытуемый знает, какого рода стратегии будут полезны для решения данной задачи? Как он выбирает, какую конкретную стратегию применить в данный момент? Откуда он знает, приведет ли применяемая им в данный момент стратегия к цели или заведет в тупик? Для того чтобы ответить на эти вопросы, необходима более совершенная процедура анализа протокола.

Граф решения задачи

Словесными протоколами пользоваться неудобно. Для подробного исследования процесса решения задачи нужно иметь какой-то метод представления происходящих событий. Полезно строить визуальные изображения последовательности операций, совершаемых во время решения задачи. Одним из методов, пригодных для этой цели, является граф решения задачи, разработанный А. Ньюэлом[2].

Состояния осведомленности. Мы отмечали, исследуя протокол, что испытуемый постепенно накапливает информацию о задаче, применяя определенные правила или стратегии. Он производит разного рода операции над этой информацией и над текстом задачи; в результате его знания возрастают. Вся информация о задаче, которой испытуемый располагает в данный момент, называется его *состоянием осведомленности*. Всякий раз, как он применяет некоторую операцию к некоторому новому факту, состояние осведомленности изменяется. Описание поведения человека при решении задачи должно, таким образом, отражать это последовательное продвижение от одного состояния осведомленности к другому. Будем изображать графически состояние осведомленности прямоугольником, а операцию, переводящую испытуемого из одного состояния осведомленности в другое, — в виде стрелки (рис. 1).

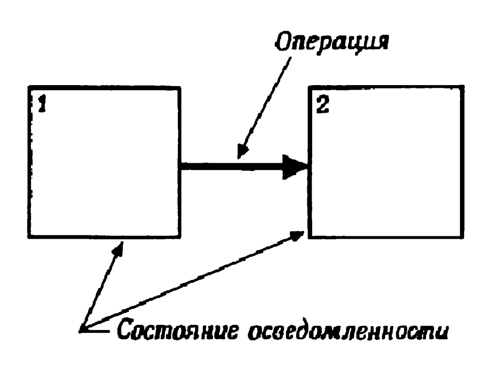


Рис. 1

[2] См.: *Simon H.* Л., *Newell A.* Human problem solving // Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1971.

Теперь протокол можно представить в виде прямоугольников, соединенных стрелками; последние показывают путь, проходимый испытуемым через последовательные состояния осведомленности. В качестве иллюстрации возьмем снова протокол решения задачи *«Donald + Gerald»*.

Граф задачи «*Donald+Gerald*»

Несколько высказываний в начале словесного отчета отражают просто проверку испытуемым своего понимания условий задачи. Само рассуждение начинается лишь с фразы:

Букв *D* две, и каждая из них соответствует 5; значит, *T* есть нуль.

Испытуемый, несомненно, перерабатывает информацию, содержащуюся в том разряде, где показано, что $D + D = T$. Назовем эту операцию *обработкой 1-го разряда*. Эта операция переводит испытуемого из начального состояния осведомленности (в котором он знает, что $D = 5$) в новое состояние, в котором он знает, кроме того, что $T = 0$. Известно ли испытуемому также, что необходимо сделать перенос в следующий, 2-й разряд? До этого места в тексте протокола об этом ничего не сказано. Забегая, однако, вперед, читаем: «Разумеется, я перенес 1». Таким образом, это испытуемому известно. К настоящему моменту наш граф решения задачи насчитывает два состояния осведомленности (рис. 2).

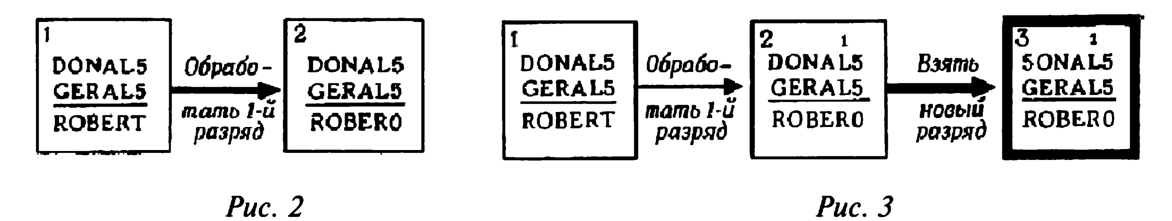


Рис. 2 *Рис. 3*

Следующие несколько фраз протокола по существу резюмируют сведения, известные испытуемому к данному моменту. Затем делается попытка найти другие разряды, содержащие *T* или *D*. Первое применение операции ***взять новый разряд*** (с *T*) безуспешно; второе дает положительный результат: находится другой разряд, содержащий *D*. Граф решения задачи получил некоторое приращение (рис. 3; на этом рисунке прямоугольник, которого не было на предыдущей схеме, обведен жирной линией).

Теперь испытуемый решает еще раз взять новый разряд, пробуя сначала 3-й разряд, а затем 2-й.

Дальше, у нас есть два *A* и два *L* — каждая пара в одном разряде — и еще три *R*.

Это приводит его к тому пункту рассуждения, в котором имеет смысл *обработать 2-й разряд*. В результате обработки он переходит из состояния 4 в состояние 5, где известно, что *R* — нечетное число (рис. 4).

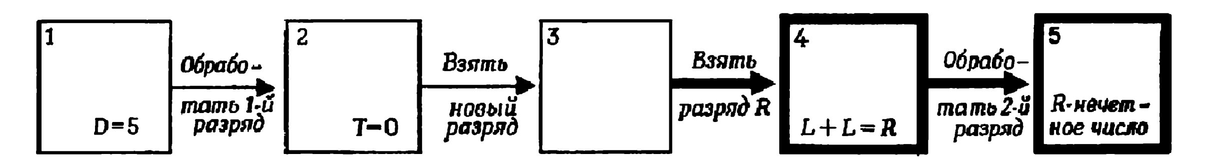


Рис. 4

Обратный ход. Теперь испытуемый возвращается к пройденному состоянию. Обратите внимание на последовательность действий. Сначала, в состоянии 5, он говорит:

Два *L* равны одному *R*. Разумеется, я перенес 1 во второй разряд, откуда следует, что *R* должно быть нечетным числом...

Но затем испытуемый решает конкретно выяснить возможные числовые значения буквы *R*; для этого он возвращается в состояние 4 и испытывает новый подход.

...поскольку сложение двух одинаковых чисел дает четное число, а 1 — число нечетное. Так что *R* может быть равно 1 или 3, но не 5, не 7 и не 9.

На графе этот обратный ход отображается таким образом, что стрелка к следующему, 6-му состоянию идет из состояния 4 (рис. 5). Состояние 6 — это, собственно, то же состояние 4, только в более поздний момент времени. В состоянии 7 испытуемый вновь воспроизвел тот факт, что *R* нечетно, а в состоянии 8 он методически перечисляет все подходящие и неподходящие нечетные числа.

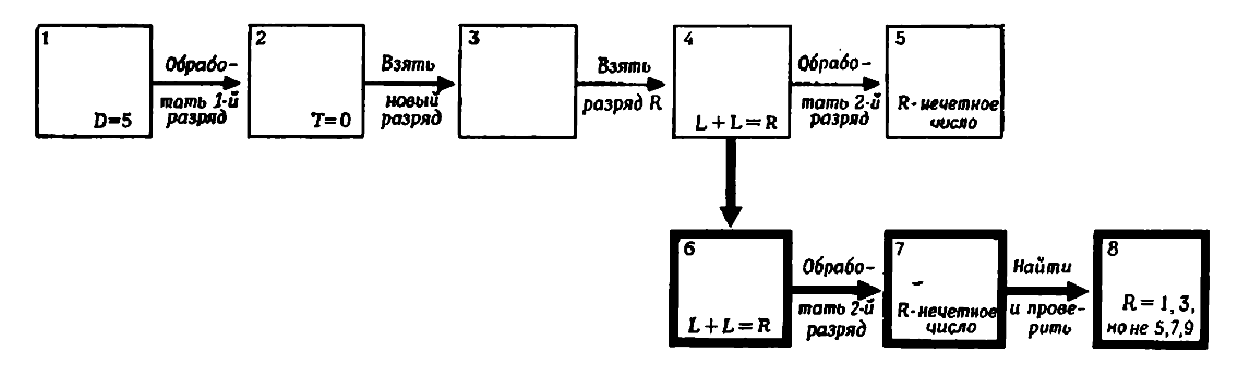


Рис. 5

Заметьте, что, когда испытуемый находит возможные числовые значения для *R*, он действует методично и не исключает уже использованные значения. Так, он упоминает в явном виде и потом уж только отбрасывает возможность, что *R* = 5 (а не просто игнорирует эту возможность).

Последующая часть текста протокола дает пример того, какие трудности испытывает экспериментатор, «добывая» протокол. Испытуемый молчит, так что экспериментатор вынужден вмешаться и просить его говорить. В результате

мы не имеем явных свидетельств того, как использованы возможные числовые значения *R*. Вместо этого мы видим, что процесс решения снова идет вспять; на этот раз испытуемый обращается к 6-му разряду и, исходя из того, что *R* — число нечетное, а *D* равно 5, заключает, что *G* должно быть четным числом. Это приводит нас к состоянию 10.

Теперь *G*. Раз *R* — нечетное число, а *D* равно 5, то *G* должно быть четным.

Хотя этот вывод не верен, тем не менее, в момент, представляемый состоянием 10, он отвечает действительному состоянию осведомленности испытуемого (рис. 6). В данном случае возможность того, что *G* не обязательно четно, приходит ему в голову довольно скоро.

Я смотрю на левый край примера, где складывается *D* с *G*. Ах, нет, возможно, сюда надо прибавить еще 1, если мне пришлось бы перенести 1 из предыдущего разряда, где складываются *O* и *E*. Пожалуй, мне нужно на минуту отвлечься от этого.

Последняя фраза указывает, что испытуемый вновь хочет приступить к обработке 6-го разряда и в результате оказывается в состоянии 12 (признает

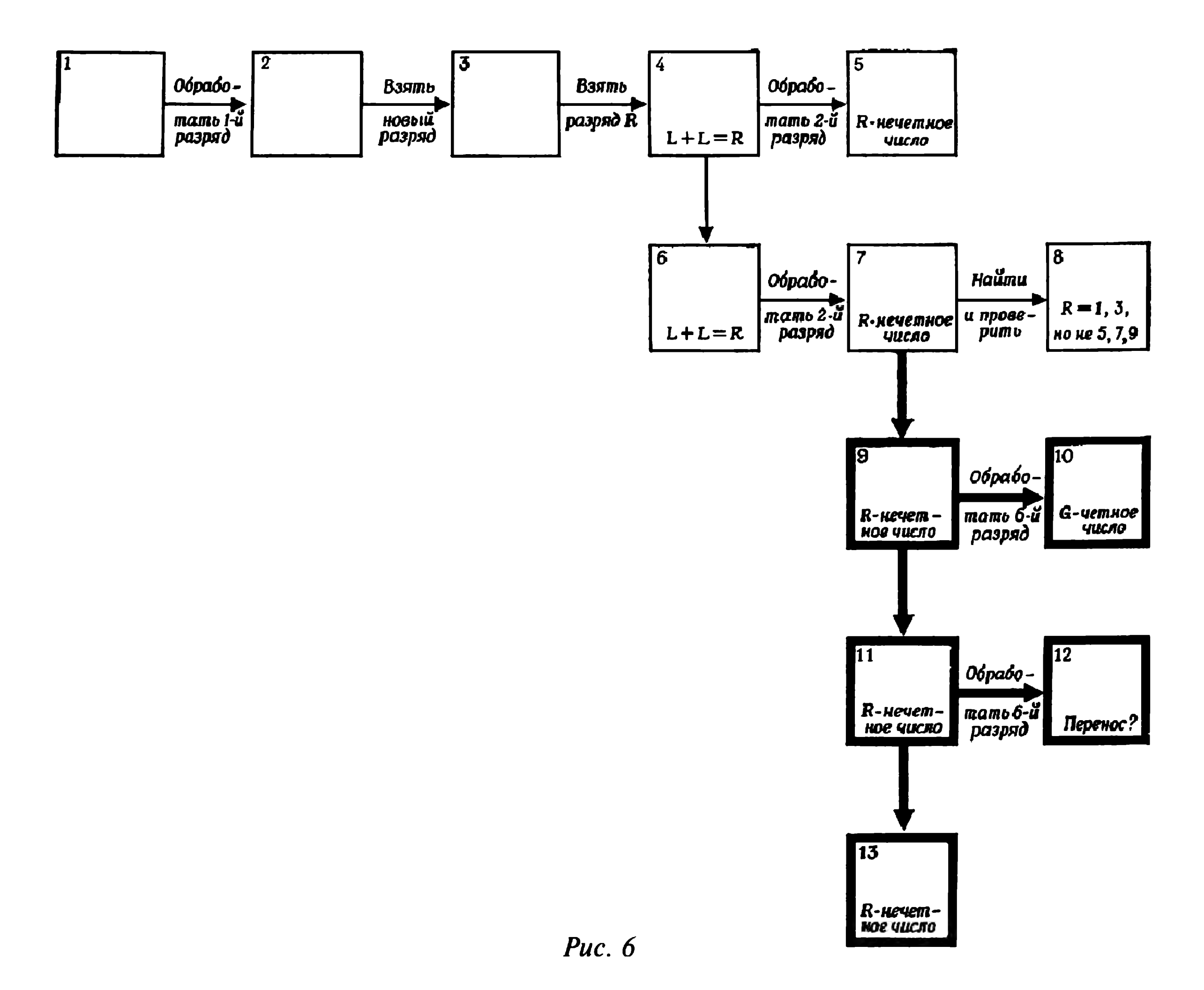


Рис. 6

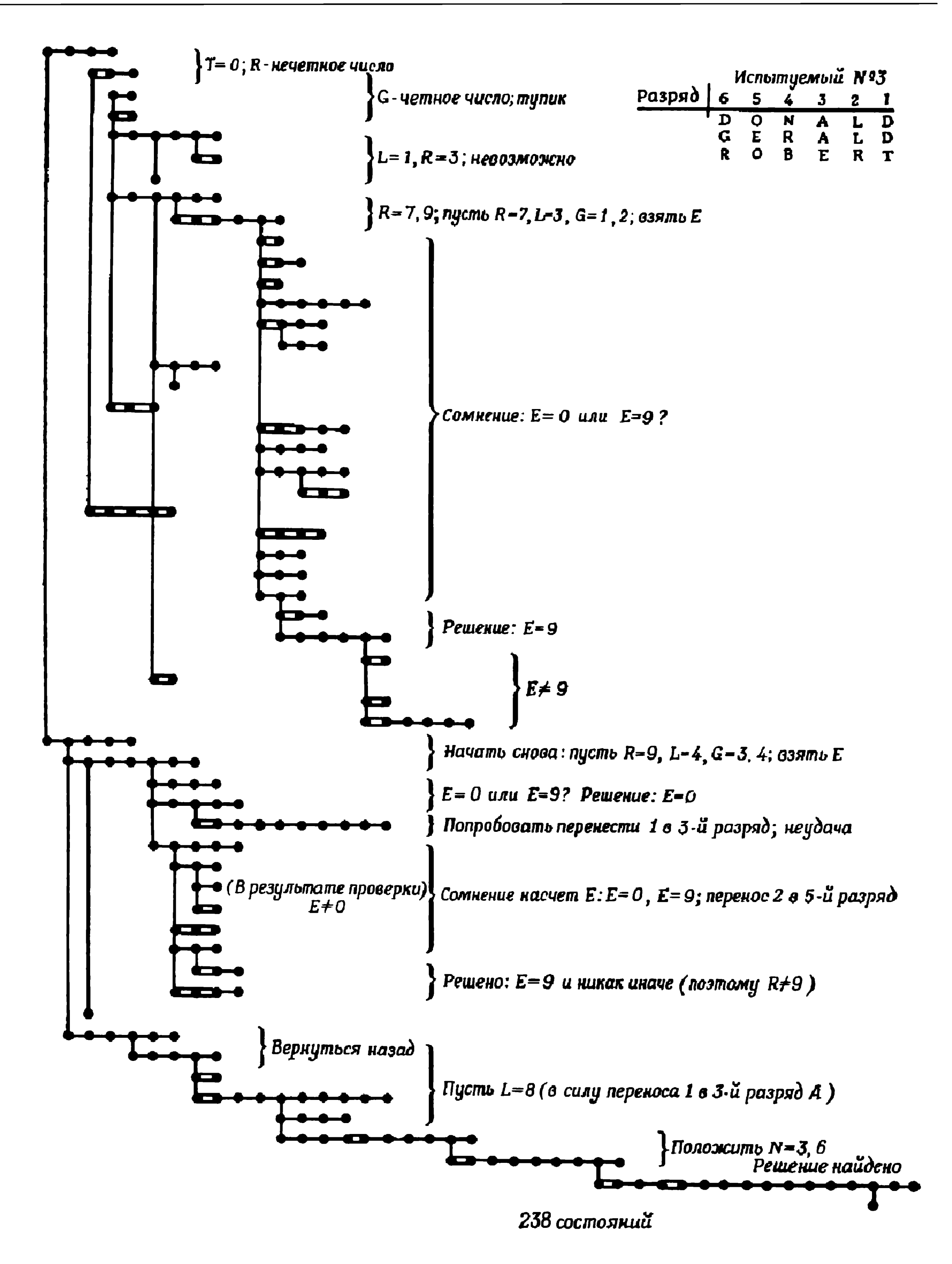


Рис. 7

возможность переноса), а затем решает еще раз вернуться назад, отказавшись от полученной ранее численной оценки для G (четное число). На этом мы заканчиваем анализ фрагмента протокола. Соответствующий фрагмент графа решения показан на рис. 6.

На этом фрагменте мы показали метод выделения и графического представления отдельных шагов, из которых состоит решение задачи. На рис. 7 в упрощенном виде показано, как выглядит граф всего протокола решения задачи (испытуемый потратил на это решение 20 минут)[3].

При анализе протокола мы обнаруживаем все те же правила. Испытуемый, по-видимому, имеет лишь небольшой набор стратегий, которые он использует многократно. Полный граф насчитывает свыше 200 переходов от одного состояния осведомленности к другому, однако для описания этих переходов оказалось достаточно всего четырех различных операций.

Граф решения — один из методов разложения процесса решения этой задачи на этапы, выделения в процессе его отдельных шагов. В нем графически представлено чередование успехов и неудач, характерных для хода решения всякой задачи. Эта общая форма анализа и изображения поведения представляется применимой к широкому разнообразию проблемных ситуаций. Понятно, что конкретные правила, используемые человеком, зависят от характера решаемой задачи, однако общая структура его поведения в ходе решения задачи всегда одинакова. Человек разбивает задачу на множество более простых промежуточных задач, т.е. ставит перед собой промежуточные вопросы. В любой заданный момент достигнутый им успех можно охарактеризовать с помощью понятия состояния осведомленности. Оно выражает информацию, накопленную к этому моменту. Человек переходит от одного состояния осведомленности к другому через попытки применения одной из операций, выбираемых из имеющегося у него небольшого набора. В случае успеха он получает новую информацию, переходя тем самым в новое состояние осведомленности. Он движется ощупью, путем непрерывных проб и ошибок, проверяя пригодность различных операторов, возвращаясь назад, когда данная последовательность операций заводит в тупик, и начиная снова. Для описания его поведения мы ввели понятия: *цель*, *состояние осведомленности* и *оператор*. Посмотрим, как эти понятия приложимы к решению задачи в общем случае.

Стратегии решения задачи

Поиск решений

В большинстве случаев решение задачи включает момент прямого поиска. Другими словами, человек сначала испытывает какой-то метод подхода к задаче, а затем смотрит, продвинулся ли он вперед в результате его применения. Если

---

[3] *Пользование графом.* Чтобы прочитать этот граф, необходимо начинать всегда с верхнего левого прямоугольника и идти по горизонтали вправо. Дойдя до конца линии, нужно вернуться назад до первой вертикальной линии и спуститься на один уровень (ярус), после чего вновь идти по горизонтали вправо. Продолжать дальше в том же порядке, избегая повторений, пока не будет пройден весь граф. Короче говоря, следует идти по графу насколько возможно вправо, затем назад до первой непройденной вертикали, по которой спуститься на один шаг; так поступать столько раз, сколько потребуется.

да, то он продолжает идти в том же направлении от достигнутого пункта. Этот процесс напоминает меандрирование реки на пологом склоне. Вода просто начинает течь вниз по уклону. Конкретный путь потока определяется особенностями рельефа. Здесь важно то, что поиск от начала до конца осуществляется простыми, прямыми шагами. <...>

Второй подход представлен обратным поиском. Здесь человек рассматривает искомое решение, задаваясь вопросом: какой предварительный шаг необходим для того, чтобы прийти к нему? После определения этого шага определяется шаг, непосредственно ему предшествующий, и т. д., в лучшем случае — вплоть до отправной точки, заданной в постановке исходной задачи. Обратный поиск чрезвычайно полезен в некоторых визуальных задачах, вроде нахождения по карте пути из одного пункта в другой.

При обратном поиске продвижение к цели осуществляется небольшими шагами. Определяется некоторая промежуточная цель и делается попытка решить промежуточную задачу. Здесь вступает в действие одна, вероятно наиболее сильная, стратегия: так называемая ***стратегия сопоставления средств*** и ***целей***. При этом сопоставлении цель (ближайшая промежуточная цель) сравнивается с наличным состоянием осведомленности. Проблема состоит в нахождении оператора — средства, уменьшающего разрыв между этими двумя вещами. <...> Эта стратегия часто применяется при решении многих задач, иногда с поразительным успехом.

Выбор операторов

Нет сомнения, что одна из важнейших проблем для человека — это отыскание конкретных операторов, способных работать в данной ситуации. Разбиение общей задачи на промежуточные полезно на этапе постановки задачи. Сопоставление целей и средств полезно для оценки способности данного оператора продвинуть нас вперед в решении задачи. Но ни одна из этих тактик не сообщает нам, откуда, собственно, взять этот самый оператор.

Эвристика. Математик Пойа[4] считает, что для того, чтобы решить задачу,

> мы, во-первых, должны понять задачу. Мы обязаны ясно понять, что требуется узнать и уяснить себе условия и исходные данные. Во-вторых, мы должны составить план, который бы привел нас к решению.

Вся трудность, однако, в том и состоит, чтобы придумать надлежащий план, придумать операторы, которые в самом деле приведут к решению.

В учении о решении задач рассматриваются два типа планов (или операторов): ***алгоритмы*** и эвристические приемы. Они отличаются друг от друга наличием или отсутствием гарантии получения правильного результата. Алгоритм — это совокупность правил, которая, если ей следовать, автоматически

[4] См.: *Polya G.* How to solve it // Princeton: Princeton University Press, 1945.

порождает верное решение. Правила умножения представляют собой алгоритм; пользуясь ими надлежащим образом, мы всегда получим правильный ответ. Эвристические приемы больше напоминают эмпирические правила; это процедуры или описания, которыми относительно легко пользоваться и ценность которых оправдывается предшествующим опытом решения задач. Однако в отличие от алгоритмов эвристические приемы не гарантируют успеха. Для многих из числа наиболее сложных и наиболее интересных задач алгоритмы решения не найдены, а в некоторых случаях даже известно, что они не существуют. В таких случаях приходится прибегать к эвристическим приемам.

Весьма важный эвристический прием заключается в нахождении аналогий между данной задачей и задачами, решение которых известно. Часто при этом необходим некоторый навык, чтобы обнаружить скрытое сходство, и вместе с тем известная широта взглядов, чтобы пренебречь явными различиями. Решение по аналогии представляет большую ценность, даже если аналогия оказывается весьма отдаленной. Существует, разумеется, опасность увидеть сходство там, где его вовсе нет, что приводит к большой потере времени и сил, прежде чем человек обнаружит ошибку и предпримет новую попытку.

Эвристика вступает в действие во всякой сложной ситуации, связанной с решением задач. Фактически большинство исследований, посвященных мышлению и решению задач, в значительной мере сводится к изучению типов эвристических приемов, применяемых человеком. Роль эвристической стратегии легче понять на конкретном примере.

Игра в шахматы. Учебники шахматной игры не содержат рецептов, гарантирующих выигрыш. Скорее они содержат эвристические правила.

> Старайтесь контролировать четыре центральных поля. Обеспечивайте безопасность короля.

В сущности шахматные игроки отличаются друг от друга, по-видимому, именно силой и эффективностью эвристических схем, применяемых ими в игре[5]. <...>

Шахматист, естественно, не перебирает все возможные комбинации для того, чтобы принять решение. Он анализирует лишь небольшую долю ходов, возможных в данной позиции; скорее всего он ограничивается рассмотрением тех ходов, которые обещают привести к важным результатам. Откуда же он знает, какие из миллионов возможных ходов следует обдумать в деталях?

В исследованиях, написанных специалистами по шахматной игре, носящими звание международных гроссмейстеров, утверждается, что выдающиеся шахматисты пользуются для оценки и выбора ходов некоторым количеством эвристических правил. Правила упорядочены по их важности, и этот порядок используется для выбора наилучшего хода из числа тех, которые обещают хоро-

---

[5] См.: *Simon H.A., Simon P.A.* Trial and error search involving difficult problems: Evidence from the game of chess // Behavioral Science. 1962. Vol. 7. P. 425–429.

шие результаты. Приводимый ниже перечень подобных эвристических правил даст нам некоторое представление о том, чем руководствуются шахматисты при выборе надлежащих операторов.

- Отдавай наивысший приоритет двойному шаху (ход, которым осуществляется одновременное нападение на короля двумя фигурами) и вскрытому шаху (ход, при котором нападение на короля осуществляют путем увода другой своей фигуры с линии атаки).
- При прочих равных условиях объявляй шах самой сильной фигурой (сила фигуры определяется разнообразием ходов, разрешенных ей правилами игры).
- Отдавай предпочтение ходам, на которые противник имеет возможность ответить минимальным количеством ходов.
- Отдавай предпочтение шаху, осуществляемому такой фигурой, которая до того не принадлежала к числу активно действующих.
- Отдавай предпочтение шаху, который заставляет короля противника удаляться от своей базы.

Это весьма общие правила. <...>

Недостатки метода протоколов

Начав с записи мыслей вслух человека, решающего задачу, мы смогли выяснить кое-что о характере связанных с этим процессов мышления. Более того, сам метод протоколов вовсе не обязательно ограничен ситуациями чистого решения задач. Когда в клинике психолог пытается исследовать состояние психики пациента, он применяет несколько менее формальный анализ словесного отчета последнего, однако ход рассуждений совершенно тот же. Клиницист стремится выяснить сущность внутренних операций в структуре памяти, прослеживая избираемые субъектом пути, отраженные в его словесных высказываниях.

Слишком сильно полагаться на протокол небезопасно. <...> Хотя испытуемый, работая над задачей, отражает в своем словесном описании различные стратегии и операции, через которые он проходит на пути к решению, он тем не менее не точно и не полностью отражает все те внутренние процессы, которые в нем происходят. То, что мы наблюдаем, является, таким образом, лишь частичным описанием этих внутренних процессов.

Следовательно, мы должны сделать вывод, что только часть умственной деятельности испытуемого доступна внешнему наблюдению. Запись будет более полной, если поощрять испытуемого к подробному освещению хода своих мыслей и если вести протокол в процессе эксперимента. <...> Так или иначе, невзирая на свои недостатки, анализ протоколов служит очень действенным методом реконструкции событий, происходящих в сознании человека при решении задач, и изучения стратегий мышления, используемых в этой трудной работе.

Состояния внутренние и отраженные в протоколе

В качестве иллюстрации к проблеме рассмотрим, чем отличаются друг от друга три различных «пространства» задачи: внутреннее, отраженное в протоколе и внешнее. Пусть испытуемый решает задачу про себя в соответствии с некоторыми общими стратегиями и посредством операций, которые, будем надеяться, сходны со стратегиями и операциями, представленными в графе решения задачи. Это решение представлено во *внутреннем пространстве*, прямое наблюдение которого для нас невозможно. Словесные высказывания, делаемые испытуемым в ходе решения задачи, — протокол — это запись в *протокольном пространстве*. И кроме того, продвигаясь к решению, испытуемый записывает те или иные выражения и выполняет некоторые действия, порождая тем самым внешнее пространство.

Посмотрим, как можно соотнести эти три пространства друг с другом. Внутреннее пространство можно представить схематически в виде графа решения задачи. На рис. 8 показан пример внутреннего пространства, в котором представлено 22 состояния. Но испытуемый может объявить в своем протоколе лишь некоторые из этих внутренних состояний — они показаны заштрихованными прямоугольниками. В данном случае в протоколе представлено 13 из 22 состояний внутреннего пространства. Граф решения задачи может быть, например, таким, как на рис. 9.

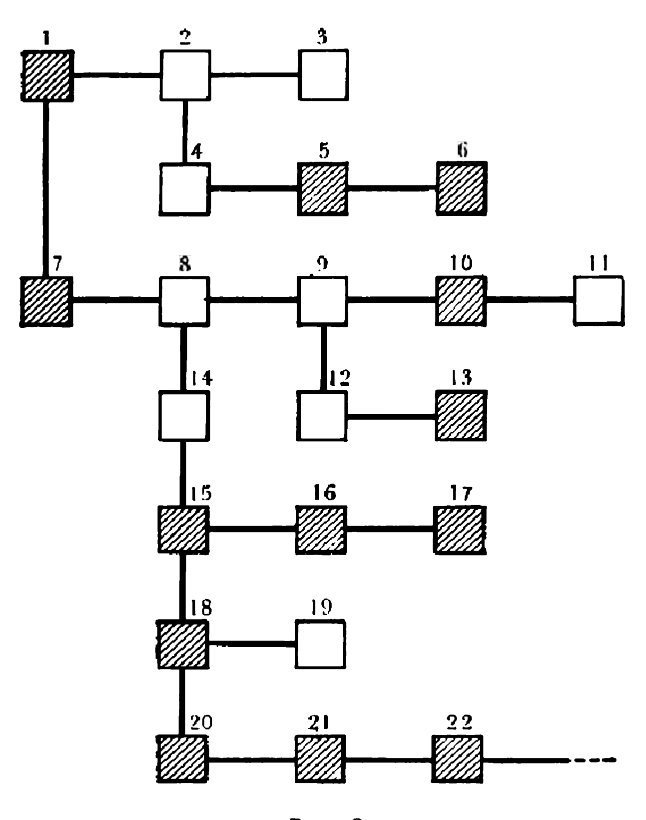


Рис. 8

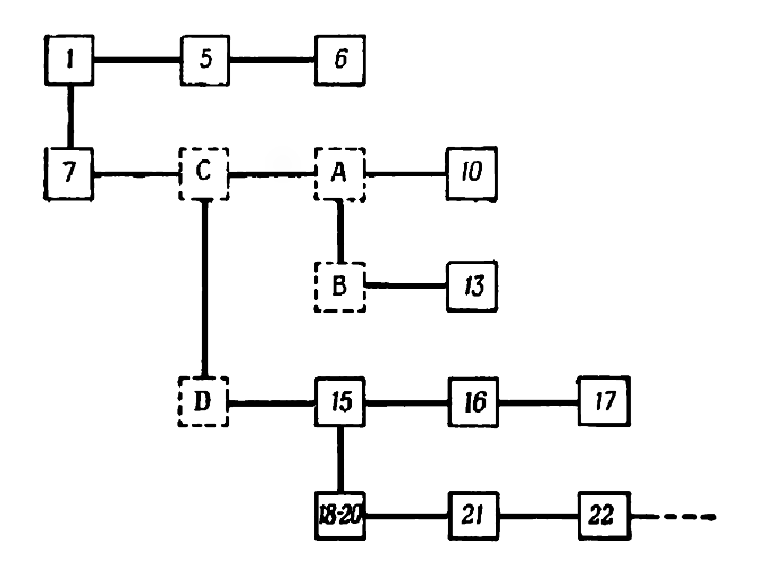
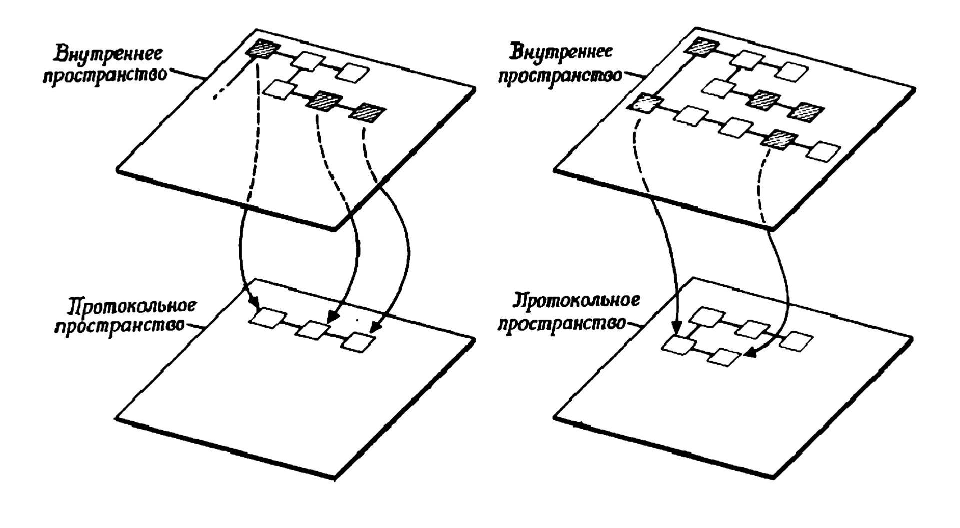

1
5
6
7
C
A
10
B
13
D
15
16
17
18-20
21
22

Рис. 9


Внутреннее пространство
Протокольное пространство
Внутреннее пространство
Протокольное пространство

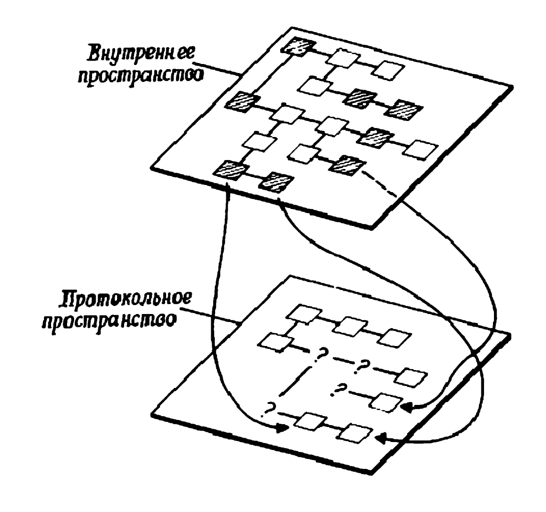

Внутреннее пространство
Протокольное пространство

Рис. 10

Понятно, что произошло. В протокольном пространстве дело обстоит так, как если бы от состояния 1 испытуемый перешел непосредственно к состояниям 5 и 6. Промежуточные состояния 3 и 4, а также тупиковая линия к состоянию 3 выпали совершенно. И вдобавок состояние 10 и состояние 13 следуют за состоянием 7. Часто при анализе протокола может быть обнаружена нехватка каких-то звеньев. В нашем примере протокол содержит противоречие: состояния 10 и 13 не таковы, чтобы одно из них могло вытекать из другого; с другой стороны, ни одно из них не может следовать непосредственно за состоянием 7. Можно ввести некоторые гипотетические состояния; назовем их состояниями *А* и *Б*. Мы знаем, что они необходимы, однако поскольку они не отражены в протоколе, их существование, строго говоря, лишь предположительно. Подобным же образом пропадает состояние 18, поскольку его невозможно отличить от состояния 20.

Окончательный граф, реконструированный на основании протокола, действительно имеет много общего с графом внутренних состояний, однако он определенно не является полным отображением процессов, происходивших в ходе решения задачи (рис. 10). Соотношение между внутренними и протокольными состояниями можно представить себе, например, таким образом, что внутренние процессы отражаются в протоколе только от случая к случаю. Проходя через последовательность внутренних состояний, испытуемый порождает на уровне поведения сокращенную версию внутренних процессов мышления.

Механизмы мышления

Особенности рассмотренных выше стратегий решения задачи коренятся в общем характере процессов, протекающих в мозгу человека, и в их организации. Более того, эти общие организационные принципы, несомненно, применимы к любым системам, которые хранят, отыскивают и используют информацию, будь то системы электронные или биологические. Всякая система, взаимодействующая с непрерывно изменяющимся внешним миром, обязана хранить и перерабатывать информацию. Отсюда и проистекают фундаментальные проблемы, общие для всех таких систем.

Ввиду этой общности при всякой попытке найти принципы устройства человеческого мозга целесообразно рассмотреть принципы организации самых разнообразных информационных систем. Подчеркиваем: речь идет именно о *принципах*; детали выполнения различных функций и механизмы их осуществления нас здесь не интересуют. Если мы умеем определить, что данная система использует эвристический прием сопоставления целей и средств, то не имеет значения, построена ли эта система из нейронов, интегральных схем или из рычагов и шестеренок, — эвристика во всех случаях одна.

3 *Использование поведенческих и физиологических реакций для изучения мыслительного процесса. Понятие невербализованного операционального смысла. Эмоциональная регуляция мыслительной деятельности*

О.К. Тихомиров

[Исследование мыслительного процесса объективными методами]*

Невербализованные исследовательские акты

Принципиальное значение для понимания психологической природы мышления, описываемого такими терминами, как «процесс», «поиск», «ориентировка», имеет изучение экстериоризированных компонентов, к которым относится глазодвигательная активность человека, актуально решающего задачу, условия которой представлены наглядно. Это значение заключается в том, что в отличие от опытов с наводящими задачами или опытов, выявляющих эффект установки, мы сталкиваемся здесь как бы с «микроанализом» неосознаваемых форм ориентировочно-исследовательской деятельности субъекта. Этот подход представлен исследованиями В.П. Зинченко[1], В.Н. Пушкина[2], Д.Н. Завалишиной[3], А.Л. Ярбуса[4], А. де Гроота[5] и других исследователей. Мы остановимся более подробно на исследованиях, проведенных нами совместно с Э.Д. Телегиной[6], которые были специально направлены на изучение функций движений глаз именно в мыслительной деятельности человека.

---

* *Тихомиров О.К.* Психология мышления. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. С. 41—52, 89—101.

[1] См.: *Зинченко В.П., Мунипов В.Л., Гордон В.М.* Исследование визуального мышления // Вопросы психологии. 1973. № 2.

[2] См.: *Пушкин В.Н.* Эвристика — наука о творческом мышлении. М., 1970.

[3] См.: *Завалишина Д.Н.* Интуиция и формирование обобщенного способа решения задач // Вопросы психологии. 1979. № 2.

[4] См.: *Ярбус А.Л.* Роль движений глаз в процессе зрения. М., 1965.

[5] См.: *De Groot A., Jongman W.* Heuristics in perceptual processes // Froc. XVIII Int. Congress of Psychology. M., 1966.

[6] См.: *Телегина Э.Д.* Психологический анализ эвристик человека: Автореф. дис... канд. психол. наук. М., 1967.

Изучалась мыслительная деятельность шахматистов. Движения глаз регистрировались с помощью киносъемки. Фактический материал, полученный в результате первичной обработки, состоял из данных о фиксации различных элементов ситуации, длительности этих фиксаций и последовательности таких фиксаций (траектория движения глаз). На основании подробного описания траектории движения глаза по доске проводился последующий анализ зрительного поиска. Единицей анализа зрительного поиска являлся каждый кадр пленки, т.е. изменения деятельности в каждые 0,04 *с*. Всего было проанализировано около 53 тыс. кадров. Исследовательская деятельность испытуемого, выраженная в поисковых движениях глаз от начального момента до окончательного решения задачи, анализировалась по следующим параметрам: длительность отдельных фиксаций (индивидуальное и среднее время фиксации), траектории движений глаз (характер и тип движений с одного элемента на другой); установление взаимодействия между элементами, образующими определенные системы; частота исследования элементов, составляющих эти системы, видоизменение этих систем посредством включения одних элементов и исключения других. Учитывались также обобщенные, суммарные показатели работы глаза в каждой конкретной ситуации: частота и длительность фиксации каждого элемента ситуации. Полученные результаты сравнивались со словесным отчетом испытуемых о выборе ими хода в каждой позиции. Сами позиции анализировались при консультации с опытными шахматистами.

Испытуемым, шахматистам различной квалификации, давалась следующая инструкция: «В данной позиции необходимо сделать наилучший ход за белых (или за черных), назовите этот ход». Само перемещение фигуры в экспериментах, т.е. выполнение практического действия, осуществлялось экспериментатором, но по указанию испытуемого. Ввиду специальной направленности исследования на механизмы собственно интеллектуальной деятельности основные опыты были специально организованы так, чтобы необходимость первичного (преимущественно перцептивного) ознакомления испытуемого с ситуацией (позицией) перед ним не возникала. Эта методическая задача решалась путем анализа деятельности по решению задач применительно к позициям из играемых испытуемыми во время опыта партий (снимались как бы фрагменты объективированной в движениях глаз непрерывно развертывающейся борьбы). В этих позициях единственно новым был последний ход противника (который специально не назывался вслух), расположение же всех остальных фигур испытуемые могли продиктовать, не глядя на доску. Таким образом, необходимость перцептивной ориентировки сводилась к минимуму.

Для выявления функций движений глаз в нашем исследовании проводилось тщательное сопоставление траектории движений глаз с особенностями конкретной ситуации, в которой эти движения осуществлялись. Оказалось, что наиболее типичным случаем является «проигрывание» испытуемым определенных ходов в данной ситуации. Такое «проигрывание» в простейшем случае осу-

ществляется так: фиксируется поле, где стоит фигура в исходной ситуации, а затем фиксируется свободное поле, на которое в соответствии с правилами игры может пойти данная фигура. Таким образом, в движениях глаза объективируется некоторое действие с элементом ситуации. Это не есть практическое действие (не этот ход потом будет назван в качестве решения), это не есть в то же самое время чисто внутреннее («умственное») действие — это есть *исследовательское действие, имеющее внешне выраженную форму.* Термин «действие» в данном контексте используется в широком значении — как единица ориентировочно-исследовательской деятельности. Если учитывать различие между операцией и действием в узком смысле (по А.Н. Леонтьеву), то можно сказать, что «проигрывания» движений фигур могут быть как операциями, так и действиями. Когда говорят об «умственных действиях», то также не проводят различия между действием и операцией.

Исследовательские действия, носящие характер конкретного хода фигурой, иногда имеют другую форму: с поля, куда можно поставить фигуру, к самой фигуре («обратные проигрывания»). Если исследовательские действия первого типа относятся, прежде всего, к фигурам, то действия второго типа — к свободным полям шахматной доски. Исследовательские действия осуществляются не только по отношению к наличной ситуации, но по отношению к возможной в будущем ситуации (т.е. после некоторого преобразования наличной ситуации). Проигрывание испытуемым возможных в определенной ситуации ходов выявляет имеющие место функциональные взаимоотношения между элементами ситуации (защита, нападение и др.). Если нападение есть действие, непосредственно подготавливающее последующее действие взятия, то защита есть как бы потенциальное действие: если противник возьмет фигуру (защищенную), берущая фигура, в свою очередь, может быть взята. Именно эти исследовательские действия «проигрывания» определенных возможностей фигур, установления функциональных взаимоотношений между элементами и занимают основное место в деятельности испытуемых.

Принципиальный вопрос, который здесь возникает, касается природы описанных исследовательских действий человека. Эти исследовательские действия направлены не на отражение формы, цвета, положения элементов, а на установление взаимодействий между элементами ситуации задачи (фигурами и пустыми полями доски). В ходе установления таких взаимодействий выявляются признаки элементов, недоступные непосредственному чувственному отражению (функцию нельзя «воспринимать», как нельзя воспринимать «твердость»). Следовательно, мы имеем дело с *внешними исследовательскими действиями неперцептивной природы* (описанные действия нельзя охарактеризовать по функциям, обычно выделяемым в контексте исследований восприятия — метрическая, уподобительная, контрольная функция движений глаз). Следовательно, регистрируются действия, с помощью которых происходит опосредованное отражение свойств элементов ситуации. Это дает все основания рассматривать

такие действия как компоненты собственно мыслительной деятельности (процесса, ориентировки) испытуемого, решающего определенную задачу.

Описанные исследовательские действия, которые для краткости были обозначены как «движения проигрывания», являются хотя и преобладающей, но не единственной формой глазодвигательной активности испытуемых. Иногда в течение некоторого времени совершается движение взора с фигуры на фигуру, но не по функциональным свойствам фигур и не последовательно по их местоположению, а избирательно. В район такой активности попадают как свои, так и фигуры противника; все фигуры уже являлись объектами предшествующей исследовательской деятельности и относились к ходу, который испытуемый собирался сделать; как правило, такие движения связаны с операционным укрупнением единиц деятельности. Эти движения были названы «объединяющими».

Кроме описанных форм глазодвигательной активности можно было наблюдать последовательный перевод взгляда с одного элемента на другой, каждый из которых в результате предшествующей деятельности уже приобрел в ней определенную роль (это могут быть или элементы, сходные между собой по их функциональным возможностям, или, напротив, «конкурирующие» между собой). Эти движения всегда связаны с длительными фиксациями, встречаются исключительно на конечных стадиях поиска окончательного решения задачи и характеризуют процесс выбора окончательного решения из уже отобранных возможностей. Наконец, еще одна форма глазодвигательной активности — общепереместительные движения и движения, вызванные различными случайными факторами. От этих движений мы отвлекались.

В методическом плане принципиальное значение имеет вопрос о сравнительной информативности глазодвигательной активности и словесного отчета испытуемого, обычно применяющегося в экспериментах по изучению процессов решения задач. Как показал специальный анализ, в словесном отчете отражаются лишь те ходы и варианты, по отношению к которым в зрительном поиске фиксируется *значительная работа*. Вместе с тем в зрительном поиске объективировано исследование испытуемым некоторых ходов, которые совсем не отражены в словесном отчете. Обычно это «плохие» в данной ситуации ходы, приводящие к резкому ухудшению ситуации, некоторые варианты с небольшим количеством ходов и т.д. Таким образом, глазодвигательная активность более информативна, чем словесный отчет (и, как мы увидим ниже, рассуждение вслух), поэтому ее изучение и позволяет проникнуть в некоторые механизмы актуальной мыслительной деятельности.

Все виды исследовательской активности: проигрывание определенных возможностей фигур на разную глубину, выявление взаимодействий между элементами наличной и возможной в будущем ситуации, объединение элементов в комплексы или системы, сопоставление различных элементов по выявленным характеристикам — совершаются на разных этапах деятельности. Это исследо-

вательское поведение зависит от стоящей перед испытуемым задачи, отражает природу этой задачи и выполняет функцию нахождения решения данной задачи. Анализ этого исследовательского поведения и есть собственно анализ мыслительной деятельности по решению задачи на неосознаваемом уровне.

Анализ полученных материалов показал, что основная форма исследовательской активности, выраженной в движениях глаза (рис. 1) — установление функциональных взаимодействий между элементами — имеет сложную и разнообразную структуру. Устанавливаемые взаимодействия могут выступать либо как средство первичного анализа ситуации, либо как средство фиксации результатов исследовательской работы. Первые встречаются на начальных стадиях мыслительного процесса, характеризуются отсутствием последовательности, планомерности, повторяемостью уже проигранных взаимодействий. Характеристики элементов, выявленные в результате таких исследовательских действий, направляют последующую деятельность по определенному пути (поиск иных свойств и функциональных возможностей элемента, поиск функциональных свойств других элементов, препятствующих реализации возможностей первого и т.д.). После выявления определенных признаков конкретного элемента испытуемый в дальнейшем действует с ним как с уже обладающим данным признаком. Второй тип взаимодействий встречается, как правило, на конечных стадиях поиска, характеризуется планомерностью, последовательностью функционально соподчиненных операций, носит характер систематизации ранее осуществленных действий, это как бы контрольные действия.

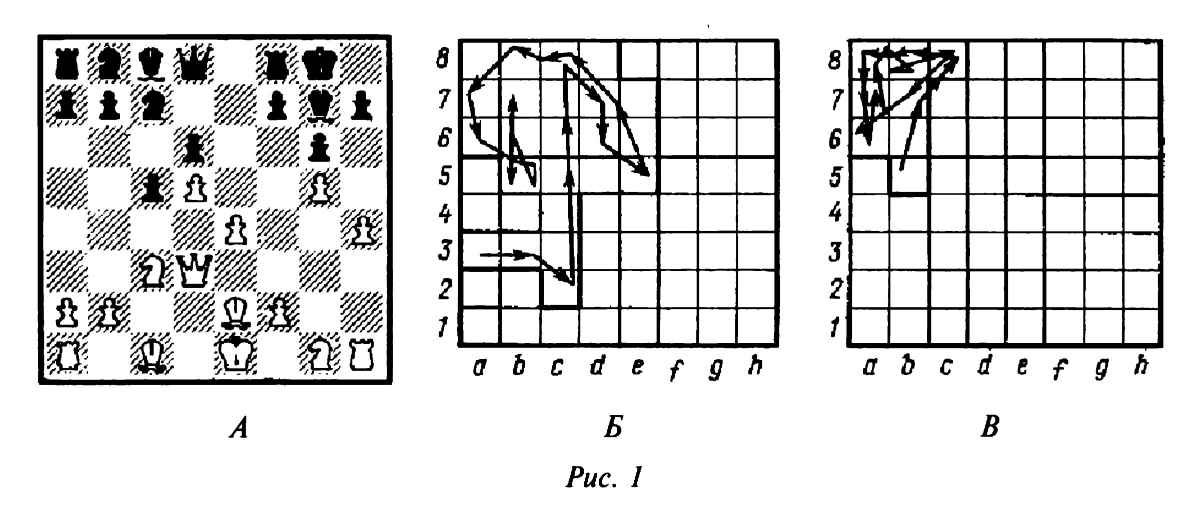


Рис. 1

Не менее важным является следующее различие между исследовательскими действиями — прямые проигрывания и проигрывания, подготовленные опосредствующими взаимодействиями. Первые осуществляются сразу, без предварительной работы испытуемого с этими элементами. Второй вид проигрываний, носящий гораздо более сложный характер, состоит в том, что прямое проигрывание, реализующее определенные функциональные взаимодействия элементов, выступает как последующая ступень поискового процесса. Таким

образом, даже этот беглый анализ позволяет нам сделать важный вывод о неоднородности психологических механизмов неосознаваемого уровня реализации мыслительной деятельности.

Проведенные опыты показали, что в период, предшествующий окончательному решению задачи (выбор хода), с помощью глаза проделывается огромная *исследовательская работа*. Суммарным, обобщенным показателем этой работы является *общая зона ориентировки* в данной конкретной ситуации. К зоне ориентировки относятся все элементы условий задачи, фиксировавшиеся глазом на протяжении всего процесса поиска решения. Количество таких элементов и выражает объем зоны. Отдельные элементы характеризуются числом фиксаций и суммарной длительностью фиксаций, что дает известное представление о *структуре зоны ориентировки*.

Один из основных фактов, полученных в исследовании, заключается в том, что объем зоны ориентировки всегда меньше общего числа элементов ситуации и является переменным, он меняется при переходе от одной ситуации к другой. В связи с тем, что некоторые психологи считают полноценным лишь действие с полной ориентировочной основой, необходимо подчеркнуть, что такой уровень сложности задач, как шахматные, исключает возможность «полной» ориентировки, делает ее практически неосуществимой. Важной задачей психологического исследования мышления является анализ факторов, от которых зависит объем зоны ориентировки, механизмов регуляции поисковой деятельности, предшествующей решению задачи.

Общая структура зоны ориентировки позволяет составить некоторое представление об отношении между объективными характеристиками условий задачи и тем, как именно эти условия выступают для субъекта, т. е. *о психическом отражении условий на неосознаваемом уровне*. Например, степень функциональной загруженности элемента можно сопоставить с частотой его фиксации. По данным анализа записей движений глаз некоторые элементы условий, выполняющие одновременно несколько функций, фиксируются до 32 раз. В данном случае можно говорить об известной адекватности интенсивности исследовательской деятельности объективным свойствам элементов. Такая же адекватность имеет место в тех случаях, когда в зону ориентировки вообще не попадают элементы, не принимающие сколько-нибудь активного участия во взаимодействии фигур. Напротив, в других ситуациях можно констатировать непопадание в зону ориентировки объективно «сильных» преобразований ситуации (ходов). Таким образом, по объективным показателям можно выяснить, какое место в реальной деятельности испытуемого занимал тот или иной элемент ситуации, соотнести с его объективным значением в определенной ситуации и на основании этого судить, насколько полно и адекватно «извлекаются» из условий задачи те или иные ее характеристики, сопоставляясь с требованиями задачи, судить о фактических основаниях, фактической «ориентировочной основе», которые предваряют последующее практическое действие.

Как уже отмечалось, объем зоны ориентировки является переменным. Максимальная величина, регистрировавшаяся в опытах, составляла 60 элементов (из 64), минимальная — 4 элемента. Таким образом, при разном объеме и структуре зоны ориентировки ситуация по-разному выступает для испытуемых. Сами эти показатели являются объективным индикатором того, как именно ситуация выступает для испытуемого.

Важным направлением изучения невербализованных компонентов мыслительной деятельности человека является анализ изменений объема и структуры зоны ориентировки (а в конечном счете невербализованного отражения условий задачи субъектом), анализ факторов, от которых зависит изменчивость этих показателей. Исследования показали, что при решении игровых задач в той или иной конкретной ситуации всегда выделяется специальный этап изучения возможностей противника; было установлено, что в начале поисковой деятельности часто осуществляется преимущественное рассматривание действий «за противника» и почти полностью отсутствует рассматривание действий «за себя». По мере продолжения поискового процесса соотношение это меняется.

Рассмотрение функциональных возможностей противника, явно предшествующее последующей деятельности по исследованию собственных возможностей, определяет в значительной мере те элементы ситуации, с которыми впоследствии имеет дело испытуемый. Можно думать, что это есть этап формирования гипотез (не обязательно вербализуемых!) о вероятных действиях противника. Гипотезы эти являются неравноценными по своему значению. Одни из них рассматриваются как более вероятные, а другие — как менее вероятные. Оказалось, что объективным индикатором такой характеристики гипотез является частота проигрывания в зрительном плане предусматриваемых испытуемым изменений ситуации (например, иногда максимальное число проигрываний связано с действием противника, представляющим наибольшую опасность), эти проигрывания, в свою очередь, связаны почти со всей последующей деятельностью по решению задачи и с теми элементами, которые явились ее объектами.

Как показали исследования, формулирующиеся гипотезы о предстоящих изменениях ситуации составляют важнейший механизм, функционирование которого осуществляет регуляцию степени развернутости поискового процесса в целом: при совпадении очередного изменения ситуации с гипотезой об этом изменении поиск сильно сокращается, а при несовпадении (т.е. субъективной новизне) сильно развертывается. Следовательно, сличение фактического изменения ситуации с ожидаемым выступает как конкретный психологический механизм регуляции объема зоны ориентировки, а тем самым и содержания психического отражения на неосознаваемом уровне (оценки вероятности тех или иных изменений ситуации для испытуемого можно получить из словесного отчета). Специальный анализ случаев сокращенного протекания исследовательской деятельности и, как результат, малого объема зоны ориентировки показал,

что важным фактором сокращения этого объема является перенос результатов исследовательской деятельности из одной ситуации в другую, в основе этого переноса лежат невербализованные обобщения. Фактически нужно не просто различать исследовательскую и исполнительскую (практическую) деятельность, но сложную иерархию, соподчинение и преемственность исследовательских действий разного типа.

Перенос результатов исследовательской деятельности (т.е. невербальных обобщений) из одной ситуации в другую может вести к тому, что при выборе конкретного действия в конкретной ситуации испытуемыми вообще не устанавливаются относящиеся к выбранному ходу взаимодействия между элементами этой ситуации и данные элементы вообще оказываются за пределами зоны ориентировки. Следствием срабатывания того же механизма являются факты сокращенного протекания поиска: замена проигрывания некоторых взаимодействий элементов ситуации фиксациями лишь некоторых из этих элементов (анализ предшествующей исследовательской деятельности обнаруживает проигрывание этих взаимодействий в полном виде); факты редукции некоторых ходов в вариантах; факты оперирования в конкретной ситуации уже готовой системой элементов (в предшествующей деятельности удается проследить создание этой системы). Все это и приводит к редукции поисковой деятельности в конкретной ситуации, обеспечивая, в конечном счете, сокращение зоны ориентировки.

Объективное изучение ориентировочно-исследовательской деятельности в ходе решения задачи показало несовпадение «масштабов» деления собственно практических действий в ситуации и исследовательских действий. Нормативные правила накладывают достаточно жесткие ограничения на практические действия человека: например, в каждой конкретной игровой ситуации можно осуществить только одно практическое действие (ход), следующее же практическое действие может и должно осуществляться после изменения ситуации противником (его хода), отсюда обязательность чередования: свой ход — ход противника — свой ход и т.д. в течение всей партии. Ситуация (позиция) считается «новой» после каждого единичного практического действия той или другой стороны, так как позволяет делать новый ход одному из партнеров. Все эти ограничения не существуют для исследовательской деятельности человека: он может в данной конкретной ситуации осуществлять не одно, а несколько исследовательских действий, может выполнять действия, которые вообще по правилам игры в данной ситуации не могут быть практически осуществлены, а в лучшем случае только после определенных преобразований ситуации; испытуемый может подряд рассматривать несколько своих ходов, игнорируя возможные ответы противника, или, наоборот, рассматривать последовательные ходы фигурами противника, отвлекаясь от своих ходов; ситуация, позволяющая осуществить новое практическое действие, может быть полностью известной испытуемому, особенно если последнее фактическое изменение ситуации со-

впало с его ожиданиями (гипотезами). Широкий перенос результатов исследовательской деятельности из одной ситуации в другую приводит к тому, что формальное членение на ситуации начинает не совпадать с тем, как именно эти ситуации выступают для испытуемого. Основной факт заключается в том, что группы ситуаций начинают выступать для испытуемого как некоторое единое целое, а реально развертывающаяся исследовательская деятельность начинает относиться фактически сразу к этой группе ситуаций. Из этих фактов следуют такие выводы:

1) «ориентировочная основа» конкретного действия может строиться «впрок», некоторые практические действия оказываются «предориентированными»;
2) мыслительная деятельность на неосознаваемом уровне не строится по схеме «дерева игры» — с обязательным чередованием ходов (свой ход — противник — свой ход — противник);
3) формируется неосознанное психическое отражение целых групп ситуаций;
4) необходимо ввести дифференциацию в понятие «новизна ситуации»: а) новая для физического (практического) действия и б) новая для собственно мыслительного действия.

Невербализованные смыслы в мыслительной деятельности

Анализ последовательности фиксаций взглядом различных элементов ситуации позволил выявить некоторые существенные характеристики протекания поиска решения задачи. Одно из основных явлений, отчетливо выступившее в экспериментальном исследовании[7], заключается в своеобразной тактике неоднократного переобследования одних и тех же элементов ситуации, осуществляемого путем включения одного и того же элемента в различные системы взаимодействия. Как показали опыты, один и тот же элемент условий задачи может за период в 1 *мин* 46 *с* переобследоваться около 20 раз, в ходе единичного обследования выявляется одна из функций этого элемента («нападение», «защита», «поддержка» и др.). У одного и того же элемента ситуации выявляются разные характеристики, в результате поисковых действий эти характеристики выявляются не в ходе непрерывной работы испытуемого только с этим элементом, а путем многократного чередования работы с данным элементом и с другими элементами. Даже уже выявленные характеристики повторяются неоднократно, как бы то отступая на второй план, то вновь доминируя, наконец, испытуемый никогда не выявляет всех объективно существующих характеристик элемента.

[7] См.: *Телегина Э.Д.* Психологический анализ эвристик человека: Автореф. дис... канд. психол. наук. М., 1967.

Таким образом, был получен следующий факт: в результате различных невербальных исследовательских действий один и тот же элемент ситуации выступает для испытуемого по-разному на разных этапах периода, предшествующего выбору одного практического действия. Эта особая форма психического отражения объекта, которая является результатом различных исследовательских действий субъекта и которая меняется по ходу решения одной и той же задачи, не есть перцептивный образ (можно принять, что тот ограничен отражением таких признаков, как цвет, форма, положение в системе пространственных координат, близость к другим элементам), не есть понятие (оно фиксирует устойчивые, внеситуативные признаки элемента — способы передвижения и воздействия, абсолютная ценность), не есть личностный смысл элемента для субъекта (его можно принять за постоянную при решении одной задачи в течение 1—2 *мин*, не обладающей для субъекта высокой значимостью), не есть объективное ситуационное значение элемента, так как из поля объективных значений поисковыми актами выделяются лишь некоторые (и меняющиеся) характеристики объекта. Описанную специфическую форму психического отражения мы назвали ***невербализованным операциональным смыслом***. Следовательно, этим термином обозначено явление индивидуального психического отражения, не совпадающее полностью с объективным значением элемента, с фиксированным в общественном опыте его значением, отличное от личностного смысла объекта, обусловленного мотивацией деятельности, и от перцептивного образа. Невербализованный операциональный смысл — новая единица анализа бессознательного, отличающаяся как от «установок», так и от «побочных продуктов» действия.

Одна из важных характеристик процесса решения мыслительной задачи заключается в том, что происходит развитие смыслов определенных элементов ситуации. Это развитие происходит неравномерно: от тридцати переобследований до однократного. Смысл является результатом осуществления определенной группы поисковых операций, сами эти операции являются объективным индикатором смысла и его развития. Как уже говорилось, смысл развивается путем включения одного и того же элемента в разные системы взаимодействия. В ходе исследовательской деятельности создаются определенные устойчивые системы взаимодействующих элементов, которые, в свою очередь, изменяются путем редукции одних элементов и включения других. Формирование систем не является пассивным объединением ряда элементов, но есть результат активных действий с этими элементами, — действий, посредством которых и выявляются функциональные свойства элементов. Анализ экспериментальных данных показал, что использование в деятельности каждого нового элемента происходит в основном через его включение в уже созданные системы, которые направляют поиск на включение элементов с определенными свойствами, сами эти элементы, в свою очередь, ведут к преобразованию ранее созданных систем. Результатом такого исследовательского процесса является постепенное, углу-

бляющееся и меняющееся в ходе решения одной задачи отражение ситуации — ее невербализованный операциональный смысл для человека. Таким образом, наряду с невербализованным операциональным смыслом отдельных элементов существует операциональный смысл ситуации в целом. Естественно, что между ними возникают сложные отношения. Как правило, в процессе решения задачи испытуемый действует не с одной, а с несколькими системами элементов. Иногда переход от одной системы к другой выступает достаточно четко. Это также характеризует особенности операциональных смыслов ситуации.

Анализ динамики развертывания поиска в ситуациях, где он достаточно выражен, показал существование различных этапов поиска, предшествующего решению конкретной задачи. Объективным показателем такого различия является меняющееся число элементов, с которыми реально работает испытуемый на различных этапах решения задачи. Для обозначения этого факта было введено понятие частной, или промежуточной, зоны ориентировки (чтобы отличить ее от общей зоны ориентировки, которая характеризует обследование ситуации за весь период поиска решения задачи), под которой имеется в виду число элементов ситуации, обследовавшихся испытуемым на определенном промежуточном этапе поиска решения задачи (например, решение задачи, занявшее 2 *мин*, можно разбить на пятисекундные интервалы, в результате получим 24 промежуточные зоны). Было показано, что объем этой зоны ориентировки в ходе решения одной задачи также неоднократно меняется (например, от 23 до 8 элементов).

Резкое уменьшение количества элементов, являющихся объектами мыслительной деятельности, сопровождается и качественным изменением характера устанавливаемых взаимодействий: они становятся более определенными, направленными и избирательными. В деятельности появляется определенное доминирующее взаимодействие элементов. При анализе поиска видны постоянные возвращения испытуемого к проигрыванию этого доминирующего взаимодействия, которое становится центром образуемых циклических систем элементов.

Анализ таких доминирующих взаимодействий показал, что они представляют собой осуществление некоторых реальных возможностей определенных элементов ситуации, осуществление в зрительном плане определенного преобразования ситуации, которое затем может быть принято в качестве реального практического действия (но не обязательно принимается, оно может быть и отвергнуто в ходе дальнейшей исследовательской работы). Мы имеем как бы «предрешение» задачи, возникающее на невербальном уровне. Его можно назвать невербализованным операциональным смыслом действия. «Предрешение» может как совпадать, так и не совпадать с окончательным решением. Главное заключается в том, что найден объективный критерий появления у человека смысла возможного решения задачи, а именно установление впервые взаимодействия между элементами, носящего характер проигрывания возможного в

данной ситуации действия и сокращающего последующий поиск, придающего ему направленный, избирательный характер. Возникновение смысла влияет на дальнейшие исследовательские действия, которые заключаются теперь в обследовании взаимодействий между элементами, связанных с возникшим смыслом, что позволяет либо окончательно принять его, либо отвергнуть. Тем самым накладываются известные ограничения на обследуемые взаимодействия, что и приводит к более направленному, избирательному течению поиска.

Следовательно, поисковая деятельность, предшествующая окончательному решению задачи, имеет, по крайней мере, две качественно различные и объективированные в глазодвигательной активности фазы: 1) процессы, приводящие к возникновению смысла возможного решения задачи и тем самым смысла дальнейших исследовательских действий; 2) оценка возникшего смысла, его адекватности ситуации (поиск средств его воплощения). Практически при решении одной задачи можно видеть неоднократное чередование фаз и их перекрытие.

Принципиально важным является анализ исследовательской деятельности, предшествующей возникновению у испытуемого «предрешения» задачи (невербализованного операционального смысла решения). Именно это звено процесса решения задачи обычно ускользало от исследователей, пользующихся исключительно либо данными словесного отчета, либо рассуждений вслух, что и порождало иллюзорные представления о том, что сущность мышления состоит в далее нерасшифровываемом акте «усмотрения». На самом же деле, как теперь стало ясно, данные представления связаны с ограниченностью методов анализа мышления. <...>

Эмоциональная активация в структуре решения задачи

Познакомимся с одним из конкретных экспериментально-психологических исследований[8]. Задача этого исследования заключалась в том, чтобы выявить некоторые отношения между мышлением и эмоциями, прежде всего в фазе рождения замысла решения, нахождения основного принципа, которую обычно считают центральной и вместе с тем наиболее трудной для психологического изучения. Мыслительная работа испытуемых заключалась в решении сложных шахматных задач (этюды или задачи на постановку мата в два—три хода). Решение этих задач является типичным примером творческого мышления. Решение находится не сразу (обычно требуется отказ от некоторых шаблонных схем) и достаточно

[8] См.: *Виноградов Ю.Е.* Эмоциональная активация в структуре мыслительной деятельности человека: Автореф. дис... канд. психол. наук. М., 1972; *Тихомиров О.К.* Структура мыслительной деятельности человека. М., 1969.

отчетливо членится на две фазы: нахождение основной «идеи решения» и доказательства ее правильности (расчет вариантов).

Основным индикатором состояний эмоциональной активации служила КГР. В.Н. Мясищев, тщательно исследовав психологическое значение электрокожной характеристики человека, пришел к выводу, что

> особое значение эмоций в психогальванической реакции представляется убедительно доказанным[9].

С.Л.Рубинштейн, обсуждая психологическое значение КГР, писал:

> Спорно, в какой мере она специфична именно и только для эмоций, но несомненно, что КГР является реакцией вегетативной нервной системы и что эмоциональные состояния отражаются в ней[10].

После специальных контрольных экспериментов было принято, что падение сопротивления кожи в результате возникновения у испытуемого состояния, которое он в словесном отчете относит к категории «эмоциональных», может рассматриваться в качестве индикатора состояния именно эмоциональной активации. Некоторое событие, вызывающее состояние эмоциональной активации, проявляющееся в появлении КГР, может рассматриваться как причина этого состояния тогда и только тогда, когда КГР появляется не ранее чем через 1,5 *с* после воздействия. Во всех случаях, когда латентный период меньше названной величины, КГР можно рассматривать как индикатор состояния, возникшего до наступления анализируемого события, т.е. предшествующего ему.

Сам эксперимент строился следующим образом. Испытуемым предлагалось решать задачу, рассуждая вслух. Речевое рассуждение записывалось на магнитофон и затем тщательно анализировалось. Время решения ограничивалось 30 *мин*. Во время решения передвигать фигуры не разрешалось. После нахождения окончательного решения задачи испытуемый должен был сказать «задача решена». В опытах участвовали шахматисты первого разряда, специально отобранные по показателям начального электрокожного сопротивления. Решение использовавшихся в опытах задач являлось для перворазрядников и доступным, и достаточно трудным.

Во время опытов испытуемым предлагалось сидеть как можно более спокойно. Экспериментатор визуально контролировал выполнение этой инструкции испытуемым и тщательно фиксировал все случаи, когда КГР вызывалась «посторонними» для нашего экспериментами причинами (например, кашель). Перед предъявлением позиции, во время решения задачи, а также некоторое время после решения велась непрерывная запись сопротивления кожи испы-

---

[9] См.: *Мясищев В.Н.* Психологическое значение электрокожной характеристики человека // Труды ин-та мозга им. Бехтерева. Л., 1935.

[10] См.: *Рубинштейн С.Л.* Основы общей психологии. М., 1946.

туемого (ладонь). Для регистрации сопротивления были использованы самописцы типа ЭПП-09. Записывался эффект Фере (методика Е.Н. Соколова[11]). Использовались шкалы сопротивления от 0 до 200 *кОм*. На ленте потенциометра был установлен отметчик времени, синхронизированный с звуковым сигналом, записывающимся на ленту того же магнитофона, на котором фиксировалось речевое рассуждение испытуемого. В результате экспериментаторы получали протокол рассуждения испытуемого с отметками временных интервалов и имели возможность соотносить во времени динамику КГР с отраженным в речи поиском решения задачи. Эта методика обеспечила второй (после регистрации невербализованных компонентов поиска) крупный «прорыв» в область изучения реального процесса мышления, которое еще недавно описывалось лишь как взаимодействие операций анализа и синтеза. После эксперимента испытуемый дает развернутый письменный отчет о возникающих у него эмоциональных состояниях и о процессе поиска решения задачи.

Общая динамика сопротивления кожи в процессе решения мыслительных задач. Запись фона перед решением задачи давала разную картину. Если испытуемый возбужден или с некоторым волнением ждет предъявления задачи, то кривая записи фона характеризуется «хаотическими» колебаниями с различной величиной амплитуды, а общая направленность кривой — в сторону падения сопротивления кожи. В случаях, когда испытуемый спокоен, запись фона имела плавный характер с направленностью в сторону повышения сопротивления. До опыта, если у испытуемых возникало напряжение, экспериментатор старался снять его, предлагая не думать о предстоящей задаче, «отключиться» от окружающей обстановки. Основные эксперименты проводились только при условии, если испытуемый перед предъявлением задачи находился в относительно спокойном состоянии. Как показали опыты, кривая записи сопротивления кожи на разных этапах решения одной задачи и при решении разных задач могла иметь разную форму: или относительно ровная с тенденцией к повышению сопротивления, или состоящая из серии колебаний с небольшой амплитудой, или, наконец, на относительно спокойном фоне могли наступать резкие и сильно выраженные изменения КГР — падения сопротивления кожи. Как правило, при решении испытуемыми сложных задач наблюдались различные сочетания изменений этих типов. Специальному анализу был подвергнут феномен резкого падения сопротивления кожи.

Было выдвинуто предположение о том, что резкие падения сопротивления кожи связаны с эмоциональными состояниями, «экстренно» возникающими у испытуемого по ходу решения задачи. В связи с имеющимися в литературе разногласиями по вопросу о психологическом значении КГР, были проведены специальные эксперименты по уточнению психологической значимости КГР в условиях решения мыслительных задач. В этих экспериментах испытуемому

---

[11] См.: *Тихомиров О.К.* Структура мыслительной деятельности человека. М., 1969.

давалась следующая инструкция: в момент наступления отчетливо выраженных переживаний эмоционального возбуждения подавать условленный сигнал (нажимать на кнопку, на которой находился палец руки испытуемого), который регистрировался на ленте прибора. Мышечное усилие, связанное с нажимом на кнопку, могло само вызывать незначительную ориентировочную реакцию, проявляющуюся в КГР. Эта реакция, естественно, предварительно угашалась. Опыты, проведенные с таким самоконтролем, показали, что имеется строгое совпадение резких изменений в КГР с моментом подачи указанного сигнала испытуемым. Не было зарегистрировано ни одного случая подачи этого сигнала без значительного падения сопротивление кожи. При этом оказалось, что сигнал подавался испытуемым после начала сдвига КГР. Словесные отчеты после опыта также указывают на связь факта появления резких изменений сопротивления кожи с эмоциональными состояниями испытуемого. Таким образом, эти данные подтверждали, что в изучаемых экспериментальных условиях падение сопротивления кожи является показателем эмоциональной активации. В этом исследовании не ставилась задача дать качественную характеристику эмоциональных состояний.

В словесном отчете после опыта испытуемые обычно сообщали, что эмоциональные состояния появляются в тот момент, когда наступает первая фаза решения задачи («вдруг увидел ранее не замечавшееся продолжение», «новую идею», «нашел идею решения», «стало ясно» и т. п.) Таким образом, уже данные словесных отчетов в самой общей форме выявляют то обстоятельство, что момент возникновения состояний эмоциональной активации приурочен к критическим моментам процесса решения задачи, к выявлению в ходе умственной работы нового принципа действий, нового направления поисков.

Различные типы шахматных задач решаются по-разному. При решении одних преобладает деятельность по нахождению «идеи» задачи, а при других — деятельность по техническому расчету вариантов. Оказалось, что различный тип умственной деятельности (преимущественное преобладание поиска идей или технического расчета вариантов) проявляется в особенностях кривой записи сопротивления кожи. Если общая схема решения ясна испытуемому с самого начала, и он уверен, что задача будет им решена, падения сопротивления кожи минимальны. Напротив, падения сопротивления кожи особенно выражены при решении задач, где наиболее развернутым оказывается звено поиска основной идеи решения. Эти данные прямо говорят о связи состояний эмоциональной активации прежде всего с творческим звеном мыслительной деятельности.

Основные эксперименты заключались в сопоставлении динамики КГР и речевого рассуждения испытуемого, решавшего задачу, с точным временным соотнесением регистрировавшихся параметров, что позволяет обогатить представления о мыслительном процессе (рассматривались случаи падения сопротивления в 3 *кОм* и более). Анализ данных, полученных в этих экспериментах, также указывает на связь состояний эмоциональной активации с выявлением

в ходе умственной работы нового принципа деятельности. Вместе с тем оказалось возможным более дифференцированно подойти к анализу самой связи состояний эмоциональной активации с нахождением принципа решения задачи и структурой процесса решения задачи в целом, более дифференцированно по сравнению с данными словесного отчета.

Объективный анализ временных соотношений между началом падения сопротивления кожи и называнием испытуемым действия, с которым связывается принцип решения задачи либо направление дальнейших поисков, показал, что состояния эмоциональной активации не просто «приурочены» к называнию нового принципа действия, но закономерно предшествуют ему.

Был проведен также анализ временных соотношений между началом сдвига КГР и появлением в речи эмоциональных восклицаний. Выявлено, что типичным является появление состояния эмоциональной активации практически одновременно с произнесением междометий («Ага!», «Ой!» и т.п.). Состояние эмоциональной активации проявляется в двух индикаторах: произнесении междометий и падении сопротивления кожи. Этот факт служит еще одним подтверждением правильности принятой интерпретации КГР в исследуемых условиях как индикатора эмоциональных состояний. Вместе с тем исследование показывает, что «ага-реакция», к которой ученые иногда относились с предубеждением, есть реальный психофизиологический факт.

Междометия, как и показатели КГР, как правило, на несколько секунд опережают называние испытуемым действия, выражающего решение задачи или направление дальнейших поисков. Речевые высказывания испытуемых, следующие за эмоциональным междометием и предшествующие называнию конкретного действия, очень характерны: сигналы самоостановки («стоп-стоп-стоп-стоп»); обозначение состояния приближения к неосознанной еще идее («так-так-так-так», «вот-вот-вот-вот», «наверное»), констатация еще неясного результата поиска («что-то мелькнуло»; «что-то есть»; «кажется, нашел»; «кажется, решено»), выражение сомнения («а .. а или не а?»), необходимости попробовать («попробуем-попробуем»; «интересно-интересно»). Только в редких случаях испытуемый почти сразу после восклицания называет конкретный ход. Речевая активность в интервале между появлением состояния эмоциональной активации и называнием конкретного действия свидетельствует о том, что поиск продолжается. Эмоциональная активация выступает как предвосхищение принципа решения задачи; такое состояние связано как бы с «чувством близости решения». Таким образом, феномен предвосхищения мыслительной деятельности имеет, по крайней мере, три разновидности: словесно оформленные предвосхищения, предвосхищения на уровне невербализованного поиска и эмоциональные предвосхищения.

Анализ временных соотношений между началом сдвига КГР, которая могла приобретать как бы ступенчатую форму, и констатацией в речевом плане еще неясного результата поиска показал, что состояние эмоциональной активации,

«чувство близости решения», предшествует во времени даже появлению неопределенных речевых оценок. Начало сдвига КГР опережает словесную оценку испытуемым очередной попытки решения. Особенно ярко факт опережения выступает в тех случаях, когда испытуемый лишь постепенно приходит к некоторому выводу в процессе расчета и проверки вариантов, он еще не уверен в правильности оценки, в его речевой активности отражается некоторое сомнение, а кожное сопротивление начинает уже падать (например, такое опережение может быть на 18 *с*). Во всех случаях, когда испытуемый находил окончательное решение задачи, совпадавшее с объективно правильным, падение кожного сопротивления опережало на несколько секунд называние испытуемым окончательного решения задачи.

Таким образом, объективный дифференцированный анализ соотношения состояний эмоциональной активации с различными компонентами речевого рассуждения показывает, что *состояния эмоциональной активации, как правило, опережают словесное формулирование* принципа решения задачи, направления дальнейших поисков, словесную оценку очередной попытки решения и называние окончательного решения мыслительной задачи. Эмоциональная активация возникала в ходе решения одной задачи неоднократно.

Функция эмоциональной активации

С целью выяснения функций эмоциональных состояний в дальнейшем поиске решения задачи были подвергнуты тщательному анализу отдельные случаи решения задачи. Использовался, в частности, такой параметр, как изменение организации деятельности после наступления состояния эмоциональной активации[12]. Типичной является следующая последовательность событий. В ходе решения конкретной задачи отчетливо выделяется момент резкого падения сопротивления кожи (например, на 19-й минуте). Этот момент обозначается в отчете как то, что испытуемому стало «ясно», у него появилась «идея решения». В ходе своего рассуждения он называет действие, с которым связывает решение задачи (гипотеза). Решение задачи называется испытуемым только на 30-й минуте, а состояние ясности («кажется, что нашел решение») возникло еще на 19-й. Появляется уверенность в правильности предположения, хотя пока еще неизвестно, правильно оно или нет. Это состояние было названо «эмоциональным решением задачи». Падение сопротивления в этом случае резко выделяется из фона и достигает 14 *кОм*. Величина реакции превосходит по амплитуде величину ориентировочной реакции на индифферентный раздражитель. Эмоциональная антиципация замысла, оформленного в речи, на 4 *с* опережает называние действия, с которым связано решение (рис. 2).

---

[12] См.: *Тихомиров О.К.* Структура мыслительной деятельности человека. М., 1969.

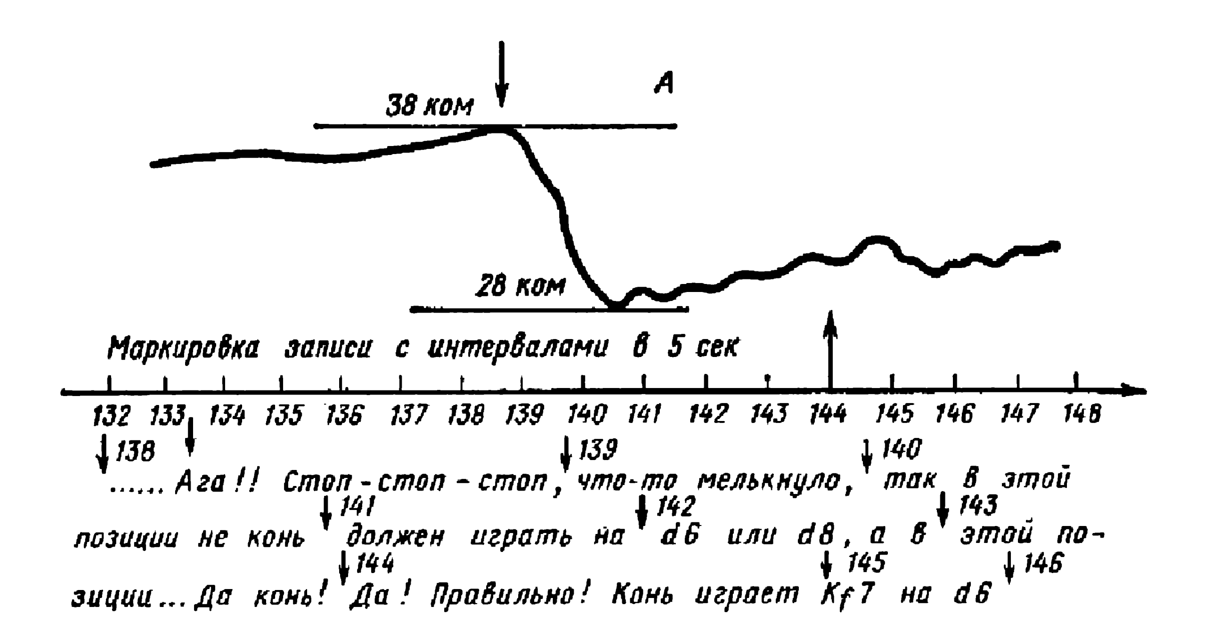


Рис. 2. Отрывок из протокола опыта по изучению эмоциональной активации в структуре мыслительной деятельности

Верхняя линия — запись КГР. В середине — отметка временных интервалов. Внизу — отрывок из протокола речевого рассуждения с отметкой пятисекундных интервалов

Таким образом, эмоциональная реакция дважды опережает «выдачу» решения на речевом уровне: называние окончательного готового решения задачи и называние вероятной гипотезы. Первое опережение измеряется минутами (иногда десятками минут), а второе опережение измеряется секундами.

Момент появления «эмоционального решения» делит весь процесс решения на две фазы. Изменение строения процесса после появления эмоционального решения мыслительной задачи выражается в четко выраженных показателях, характеризующих структуру речевого рассуждения испытуемого. Строго очерчивается зона последующих поисков. Мыслительная деятельность становится более направленной, рассматриваются только возможные преобразования ситуации после выделенного действия. Предшествующие ему действия повторяются в строго постоянном, уже зафиксированном порядке. Уменьшается общее число рассматриваемых испытуемым последовательностей действий, сокращается объем исследовательской деятельности. Меняется также сам объем исследовательских действий: исчезает феномен переобследования некоторых элементов ситуации, которое состоит во включении одних и тех же элементов взаимодействия. Исчезновение этой тактики переобследования является показателем прекращения изменений психического отражения определенных элементов ситуации. Выявленные закономерности изменения поисковой деятельности (фиксация зоны поиска, уменьшение ее объема, фиксация направления

исследования, изменение характера поисковых действий после эмоционального решения задачи) после эмоционального решения задачи свидетельствуют о том, что эмоции выполняют определенную регулирующую функцию.

При решении мыслительной задачи происходит явление сдвига эмоциогенных зон, между ними складывается определенная иерархия и преемственность: существование одной подготавливает появление другой, подготавливает и само эмоциональное решение задачи. Наряду с использованием эмоционального опыта при формировании гипотезы можно наблюдать нарастание эмоциональной окраски одного и того же действия, упоминаемого в разных попытках. Происходит как бы кумуляция ранее появившейся окраски хода. Кумуляция эмоций и постепенный сдвиг эмоциогенной зоны — условия, относящиеся к самому рождению, формированию гипотезы. В период проверки правильности уже возникшей гипотезы (после «эмоционального решения задачи») кривая КГР носит значительно более спокойный характер, чем в периоды речевого рассуждения испытуемого в первой фазе решения задачи. Небольшие по амплитуде падения сопротивления кожи соответствуют моментам, критичным для проверяемой гипотезы. Окончательному называнию испытуемым решения задачи также предшествует падение сопротивления кожи.

«Эмоциональное решение задачи» может иметь место и неоднократно в тех случаях, когда возникновению уверенности в действительно правильном решении задачи предшествовало возникновение уверенности в правильности такого решения, которое не было полностью правильным, но очень близким к нему. Интересно отметить совпадение объективно критических моментов для нахождения решения и субъективно критических моментов. В ходе проверки найденного принципа решения задачи испытуемый мог достаточно длительно работать в неверном направлении. Такой «ветке поиска» также предшествовал эмоциональный сдвиг. Однако после отрицательной оценки неудачного направления поиска испытуемый возвращается не к начальной ситуации задачи, а к некоторому критическому эмоционально окрашенному пункту.

Таким образом, анализ показал, что эмоциональные состояния выполняют в мышлении различного рода регулирующие, эвристические функции. Эвристическая функция эмоций состоит, в частности, в выделении некоторой зоны, которая определяет не только дальнейшее развертывание поиска в глубину, но в случае, если он приводит к неблагоприятным ситуациям, и возврат его к определенному пункту.

Подготовка эмоциональных решений задачи выражалась в следующих явлениях: в сдвиге эмоциогенной зоны «в глубину», в образовании эмоционально окрашенных пунктов (иногда множественных), к которым (а не к исходной ситуации) происходит возврат исследовательской деятельности в случае ее прекращения в определенном направлении; в изменении эмоциональной окраски одних и тех же исследовательских действий (переход от нейтрального к эмоционально окрашенному, от эмоционально окрашенного к нейтральному, «эмо-

циональное подтверждение одного и того же действия»). Иногда имеет место совпадение между двумя важными характеристиками процесса решения задачи: многофазностью (или постепенностью) эмоционального решения задачи и множественностью эмоционально окрашенных пунктов, к которым происходит возврат поиска. Факты перехода от нейтрального к эмоционально окрашенному действию свидетельствуют о подготовке эмоциональных реакций течением исследовательской деятельности, характеризующейся изменением субъективной ценности возникающих психических отражений.

Те или иные действия в конкретной ситуации не являются равноценными по их объективной характеристике. Важно отметить, что в задачах, в которых испытуемый находит верное решение, объективно критические моменты, особо ценные преобразования ситуации и для самого испытуемого выступали как субъективно ценные действия, что выражалось в их эмоциональной окраске. Субъективные ценности выступают как отражение объективной ценности элементов. Именно это отражение и делает возможным решение сложной задачи испытуемым. Решение задач в условиях дефицита времени может вести к свертыванию этапа систематического доказательства правильности найденного решения, в результате чего момент окончательного решения задачи испытуемым (даже если это решение объективно верное) может оказаться лишь моментом формирования полной субъективной уверенности в его правильности. Таким образом, эмоциональные состояния, являющиеся выражением субъективной ценности, выполняют определенные необходимые функции. Эта необходимость подтверждается следующими наблюдениями.

При проведении экспериментов отмечались случаи, когда испытуемый не мог решить задачу и в последующем отчете писал, что не мог настроиться на решение, чувствовал вялость, незаинтересованность. Запись кожного сопротивления в таких опытах свидетельствовала об отсутствии периодов эмоциональной активации. Особенно ярко это явление проявилось у одного из испытуемых, который в период проведения целой серии опытов находился в состоянии депрессии, вызванной посторонними обстоятельствами. В этот период получалась уплощенная запись КГР и испытуемый не мог решить ни одной задачи, оцениваемой им как «трудная» (иногда первая реакция активации наблюдалась только после того, как испытуемому сообщили, что опыт окончен; КГР здесь особенно ярко выступает как индикатор «отношения»). В специальной серии экспериментов была поставлена задача искусственно вызвать у испытуемого состояние эмоциональной активности и проследить его влияние на продуктивность деятельности. Из применявшихся приемов относительно более эффективным оказался следующий. Испытуемому давалась специальная инструкция, в которой требовалось проговаривать процесс решения возможно более равнодушно, монотонно. Чтобы выполнить данную инструкцию, испытуемый невольно должен был «гасить» эмоции для сохранения равнодушного тона. В трех задачах этой серии действительно были получены «плоские» за-

писи сопротивления кожи, задачи не были решены и оценены испытуемыми как «трудные». «Легкие» задачи испытуемому удавалось иногда решить и при уплощенной кривой записи КГР, но при этом наблюдалось, по крайней мере, одно достаточно резкое падение сопротивления кожи. В другой серии опытов испытуемому давалась следующая инструкция: «Вы должны обязательно решить предъявленную задачу. Вы должны решать ее абсолютно хладнокровно, без всякого напряжения. Учтите, что с помощью аппаратуры мы можем следить за Вашим эмоциональным состоянием — начнете Вы волноваться или нет. Как только Вы нарушите наше требование, мы немедленно прекращаем опыт». В этой серии одному из испытуемых было предъявлено 13 задач, оказалось, что не было ни одного случая правильного решения задач до появления эмоциональной активации. Эти данные также свидетельствуют о том, что эмоциональная активация является необходимым условием продуктивной интеллектуальной деятельности. Этот вывод подтверждается и данными словесного отчета: «Эта проклятая машина (имеется в виду потенциометр) и подумать не дает»..., «Только легкие задачи я могу решить без эмоций, а трудные никогда»..., «Необходимость хладнокровно решать задачу мешает мне подробно рассмотреть найденный вариант»...

Интересно отметить, что в этой серии экспериментов испытуемый пытался приспособиться к сложным условиям эксперимента. Это выразилось в переходе к тактике угадывания решения задачи без осуществления аналитической поисковой работы. Испытуемый начинал теперь соревноваться с прибором, пытаясь опередить сдвиг КГР. Хотя само по себе называние гипотетического решения задачи до КГР оказалось в принципе возможным, но ни одна из таких догадок не была правильной. В нескольких задачах экспериментатор специально нарушал установленные условия опыта и не прерывал деятельности испытуемого после появления кожно-гальванической реакции, связанной с попыткой угадать решение задачи. В этих условиях из четырех задач две были решены испытуемыми, но в обоих случаях момент падения кожного сопротивления опережал называние правильного решения задачи. Были проведены контрольные эксперименты, показывающие, что механизм эмоциональной активации необходим для выполнения именно творческой, а не любой вообще умственной работы. Испытуемому предлагалось произвести операции сложения и вычитания двузначных и трехзначных чисел про себя, сосчитать вслух до ста. В этих условиях кривая записи КГР носила уплощенный характер, с тенденцией к повышению сопротивления.

Итак, существует достаточно отчетливая связь между состояниями эмоциональной активации и нахождением испытуемым основного принципа решения задачи. Одна из возможных интерпретаций природы этой связи заключается в следующем: испытуемый находит принцип решения, и у него сразу же возникает состояние эмоциональной активации, последнее, таким образом, является *следствием* успешного решения. Вторая интерпретация, кажущаяся гораздо

менее очевидной, такова: состояния эмоциональной активации включены в сам процесс поиска принципа решения. Факт закономерного предшествования состояний эмоциональной активации называнию принципа решения говорит в пользу второй гипотезы. Далее возникает следующая альтернатива: а) принцип решения сначала находится на невербальном уровне, а затем вербализуется (в этом случае активация может быть индикатором найденного, но еще не вербализованного принципа решения); б) состояние эмоциональной активации предшествует и подготавливает нахождение невербализованного решения. Анализ речевой активности в интервале между моментом возникновения состояния эмоциональной активации и называнием в речи принципа решения показывает, что речь испытуемого в этом интервале не содержит в себе указаний на то, что принцип решения задачи найден, и происходит лишь процесс его вербализации. Напротив, он показывает, что испытуемый продолжает искать принцип решения. Состояние эмоциональной активации выступает как некоторый неспецифический сигнал «остановки», как указание на то, «где» должно быть найдено то, что еще не найдено, оно выступает как неконкретизированное предвосхищение принципа решения (или окончательного решения). Это эмоциональное предвосхищение принципиального решения задачи, как мы уже отмечали, переживается испытуемым как «чувство близости решения».

Таким образом, нахождение принципа решения задачи само оказывается двухфазным; сначала — выделение приблизительной области, где может быть найден принцип решения, затем — нахождение этого принципа. Эмоциональная активация (наиболее выраженная) связана с первой, предварительной фазой, которая как бы определяет субъективную ценность того или иного направления поиска. Интерпретация, согласно которой состояние эмоциональной активации подготавливает нахождение принципа решения, а не просто опережает его выражение в речи, подтверждается также тем фактом, что состояние эмоциональной активации, непосредственно предшествующее называнию гипотезы, само подготавливается предшествующими ему состояниями эмоциональной активации (явления кумуляции эмоций и сдвига эмоциогенной зоны).

Дальнейшее изучение эмоций, возникающих по ходу осуществления мыслительней деятельности и включающихся в управление ею, было направлено на решение следующих исследовательских задач (опыты Ю.Е. Виноградова[13]): а) раскрыть роль эмоций в формировании общего замысла решения; б) проследить процесс развития эмоциональных оценок, связанных с элементами ситуации и с действиями с этими элементами; в) установить роль эмоциональных процессов в переходе от неопознания к опознанию объективно значимых действий; г) проследить взаимосвязь вербальных и эмоциональных оценок; д) установить степень совпадения субъективной и объективной шкал ценностных характеристик. Кроме записи КГР регистрировалась также частота пульса.

---

[13] См.: Психологические исследования творческой деятельности / Ред. О.К. Тихомиров. М., 1975.

В опытах использовались шахматные этюды, в которых формулировалось требование «Выигрыш». Это требование формально допускало две возможные интерпретации: 1) форсированная постановка мата (что является фактически неверным); 2) добиться такого соотношения фигур, когда постановка мата очевидна для достаточно опытного игрока (объективно верный вариант). Эта интерпретация испытуемым многозначного требования составляла общую цель или общий замысел решения конкретной задачи.

Как показал анализ истории решения задач, у испытуемых отмечалось последовательное возникновение двух общих замыслов решения (первый и второй варианты). Испытуемые определенный период находятся под влиянием первого варианта, и только после совершения некоторого количества попыток им удается освободиться от первого замысла, являющегося в данной конкретной ситуации ложным, и сформулировать второй общий замысел решения. Первый общий замысел как бы навязывается особенностями условий задачи, возникает сразу при ознакомлении с этими условиями, связан с наиболее привычным способом действия (исходя из прошлого опыта) в данной ситуации. С эмоциями, возникающими в процессе поиска решения, этот замысел не связан. При переосмысливании исходной ситуации и перехода к формированию второго объективно верного общего замысла возникает яркая положительная эмоциональная активация, предшествующая моменту перехода. Отрицательные эмоции необязательно выступают в качестве помехи для интеллектуальной деятельности человека, так как могут подготавливать переход к объективно верному общему замыслу решения внутри первоначального объективно неверного общего замысла; формированию объективно верного общего замысла способствует положительная эмоциональная окраска действий, являющихся лишь носителями объективно верного принципа и непосредственно не ведущих к достижению цели в данной конкретной ситуации. Положительные эмоциональные оценки выполняют функцию «эмоционального наведения» на объективно верные действия, что способствует переходу к объективно верному общему замыслу. Количество попыток решения, представляющих собой реализацию второго (объективно верного) общего замысла, определяется тем, насколько была сформулирована в предшествующей деятельности уверенность в его правильности.

Одна из существенных характеристик деятельности по решению мыслительных задач состоит в том, что оценки испытуемых (вербальные и выражающиеся в непроизвольных вегетативных реакциях) изменяются в ходе поиска. Может иметь место диссоциация (несовпадение) вербальных и эмоциональных оценок при ведущей и регулирующей роли эмоциональных оценок. Эмоциональные оценки могут оказаться более «верными», чем оценки вербальные, это объясняется тем, что происходит формирование субъективной шкалы ценности, которая полностью совпадает с объективной (относящейся к самой ситуации) шкалой. При несовпадении субъективной и объективной шкал ценностных ха-

рактеристик эмоциональные оценки, естественно, могут выполнять и отрицательные функции. Для нахождения объективно верного решения задачи одним из необходимых условий является совпадение субъективной и объективной шкал ценностных характеристик.

Анализ порождения эмоциональных оценок показал, что каждая эмоциональная оценка обобщенного значения определенного действия и самого действия с объективно значимыми элементами ситуации подготавливается другой, ей предшествующей (кроме, естественно, первой эмоциональной оценки). Эмоциональные оценки конкретных действий с элементами могут подготавливаться не только эмоциональными оценками предшествующих действий с этими элементами, но и эмоционально окрашенными комбинациями из действий с ними, являющимися как бы косвенными носителями объективно верных значений, а также общими эмоциональными оценками предшествующих попыток решения, предварительных замыслов этих попыток, «направления» действий, выводов, сделанных в процессе поисковой деятельности. Таким образом, для того чтобы понять историю конкретных эмоциональных оценок отдельных элементов ситуации, нужно учитывать эмоциональные оценки попыток решения в целом, оценки ситуации и оценки как общего, так и предварительных замыслов решения. Механизм формирования замысла объективно значимых действий с анализируемыми элементами включает в себя эмоциональные реакции, которые выступают как продукт предшествующей исследовательской деятельности и регулятор последующей.

Эмоциональное предвосхищение действия или последовательности действий является необходимым механизмом для их принятия субъектом в качестве «правильного», и, напротив, отсутствие эмоционального предвосхищения может вести к тому, что объективно верные действия и целые последовательности действий «не узнаются» в качестве таковых, хотя и называются в ходе рассуждения. Вербально формулируемый замысел совершаемого действия рождается на почве предвосхищающих эмоциональных оценок, отсутствие таких предвосхищений затрудняет формирование замысла. Эмоциональное решение задачи является кульминационным пунктом сложного эмоционального развития, имеющего место в ходе решения задачи[14].

---

[14] См.: Психологические исследования творческой деятельности / Ред. О.К. Тихомиров. М., 1975. С. 87.

4 *Этапы творческого процесса. Факторы, влияющие на успешность решения задач. Исследования условий эффективности влияния наводящей задачи на решение основной*

Р. Вудвортс

Этапы творческого мышления*

Грахам Уоллес разграничил 4 «стадии творческого мышления»: подготовка, созревание, вдохновение и проверка истинности. Он полагает, однако, что «в повседневном потоке мышления эти 4 стадии мышления постоянно перекрывают друг друга, когда мы исследуем различные проблемы <...> Даже в исследовании одной и той же проблемы мозг может бессознательно вынашивать какой-либо один ее аспект, будучи в то же время сознательно поглощенным подготовкой или проверкой другого аспекта этой же проблемы»[1].

Слово «созревание» (*incubation*) предполагает скорее всего теорию бессознательной работы над проблемой в течение периода направленности внимания на другие вопросы, но мы можем оставить в стороне такое предположение и пользоваться этим словом просто для обозначения того факта, что после периода подготовки и перед периодом вдохновения вклинивается период отсутствия внимания к проблеме. Имеется некоторое сходство между *созреванием* и *плато* в кривой обучения. И то и другое представляет периоды отсутствия очевидного прогресса, имеющие место между стадиями быстрого прогресса.

Исследования, проведенные Россманом[2] среди изобретателей, а Платтом и Бекером[3] — среди химиков, показали, что названные стадии знакомы многим из тех, кто разрешал оригинальные проблемы. Сначала они вооружаются всей доступной информацией и напрягают усилия, чтобы достигнуть быстрого решения; иногда в этом первом пылу они имеют успех. Но часто им приходится временно отступать, и могут пройти дни и недели, прежде чем придет вдруг спасительное решение, в то время как внимание отдалено от проблемы, а иногда

* *Вудвортс Р.* Экспериментальная психология. М.: Изд-во иностранной литературы, 1950. С. 773—778.

[1] См.: *Wallas G.* The art of thought. N.Y., 1926.

[2] См.: *Rossman J.* The psychology of the inventor. Washington, 1931.

[3] См.: *Plall W., Baker B.A.* The relation of the scientific «hunch» to research // Journal of Chemical Education. 1931. Vol. 8.

также во время разговора о проблеме, дискуссии за столом или попыток объяснить проблему кому-нибудь другому. Почти самым ранним научным открытием, о котором мы имеем психологический отчет, было открытие Архимеда, сделанное во время купания в ванне, — своеобразное переживание—«эврика». Другие описывали озарение во время езды в поезде или в автомобиле, во время гулянья на улицах города, во время одевания, бритья, работы в саду и т.п.

Бульшая часть изобретателей склоняется как будто к простой гипотезе о бессознательной работе как факторе, объясняющем озарение. Один химик, рассматривавший психологию этого вопроса, сообщая некоторые интересные факторы, предлагает другую гипотезу:

Здесь, по-видимому, имеют место два фактора: это, во-первых, основательное изучение проблемы и данных с тем, чтобы ваш мозг был полон знаниями о предмете; затем, во-вторых, период перерыва или отдыха, причем очевидное решение или правильный метод подхода к проблеме приходит вам в голову тогда, когда вы формально не работаете над проблемой и не имеете перед собой бумаг. <...> Я вспоминаю одно утро, когда я принял ванну, побрился, принял другую ванну и, протянув руку за сухим полотенцем, только тогда вдруг сообразил, что это была вторая ванна и что мой ум уже целых полчаса был основательно сконцентрирован на проблеме. <...> Этот пример дает ясную картину происходящего. Мозг не утомлен; он так полон проблемой, что нет необходимости ссылаться на что-нибудь; он глубоко сосредоточен. Это работа над проблемой. Если он работает вплоть до прихода решения, мы склонны легко забывать, что он работал все время». <...>

Эти многочисленные наблюдения <...> говорят о необходимости интенсивной работы над проблемой, которая продолжается при откладывании ее. Последняя цитата поднимают важный вопрос относительно часто описываемой «внезапности» озарения. Если «вспышка» является кульминационным пунктом или коротким периодом очень интенсивно протекающего процесса мышления, то нет необходимости в понятии о бессознательной работе, якобы имеющей место в период вынашивания. <...>

В исследовании, проведенном среди 55 из ныне здравствующих поэтов, Патрик нашла, что четырехстадийный процесс был типичен для них[4]; то же самое она нашла в подобном исследовании у 50 живописцев[5]. Хотя некоторые имели обыкновение писать стихи экспромтом или рисовать то, что им случалось видеть перед этим, 72% поэтов и 76% художников сообщали о стадии созревания. Например:

Я видел луну, поднимающуюся над тучей, которая напомнила мне белую сову. Я носился с этой идеей несколько дней, пока, наконец, не написал поэму о ней.

---

[4] См.: *Patrick C.* Creative thought in poets. N.Y., 1935.

[5] См.: *Patrick C.* Creative thought in artists // Journal of Psychology. N.Y., 1937. Vol. 4.

У меня идея сохраняется долгое время где-то в подсознании, иногда неделю или две. Я не думаю о ней постоянно, но она продолжает возвращаться. <...>

Хотя Патрик принимает 4 стадии как действительную схему творческого процесса, она прибавляет важный пункт, что

идеи не совершенно отсутствуют в сознательном мышлении в течение стадии созревания. ***Вынашиваемая идея время от времени возвращается,*** так что имеется возможность некоторой работы над ней.

Некоторые из изобретателей давали такие же показания. <...> Эта же исследовательница решила выяснить, не будут ли найдены указанные 4 стадии в экспериментальной ситуации. Она достигла неожиданного успеха в получении от поэтов и художников, а также от контрольной группы не поэтов и не художников лирических стихов и картин, выполняемых под наблюдением экспериментатора. Мысли, возникшие во время процесса творчества, они излагали устно, и это устное изложение было застенографировано. В качестве объекта, побуждающего к написанию лирических стихотворений, были использованы горные ландшафты; художникам же в качестве объекта давались поэтические произведения. Испытуемого просили воспринимать от объекта любые впечатления и предоставляли сколько угодно времени для композиции. В среднем всеми классами испытуемых расходовалось со значительными вариациями около 20 *мин.* <...>

Три явные стадии — подготовку, вдохновение и проверку — можно было легко определить по протоколам. Вначале воспринимались разнообразные впечатления и приходили воспоминания, но обычно ничего из этого не заносилось на бумагу. Через некоторое время возникло решение и быстро рисовались образы или начерно набрасывался ряд строк. Проверка производилась разными способами. Короткое извлечение из протокола эксперимента с одним из поэтов иллюстрирует первую и третью стадии; стадию же созревания можно найти между строками.

Первое, о чем я подумал, был натиск воды у основания картины и спокойные голубые вершины. Я ознакомился со значением картины сверху и снизу. Когда я детально исследовал ее, дымка водопада оказалась более интересной, а маленькие вечнозеленые деревья напомнили рождественскую елку. Маленькие облака, которые проносились над вершиной, казались похожими на ускользающий предмет желаний. Вода напомнила вечное и неизменное движение в поисках чего-нибудь большего, чем она сама. Я мог бы сказать, что художник был бы вне себя — он потерял бы свою личность в необъятности природы.

5 *мин.*: фигура человека кажется гармонирующей с подавляющим величием природы. Он так мал, что нужно искать его, чтобы найти. Картина сочетает землю и волнение. Кажется, она убеждает в вечном достоинстве гор и в измен-

чивости воды, которая отражает настроения неба. Я назову ее поэмой в красках. Прекрасно, посмотрим. (Пауза.)

1. К безбрежному морю струится река.
2. И вечностью дышат гранитные скалы. (Я был бы рад, если бы выключили радио!)
3. Я чувствую, что растворяюсь в веках.
4. Следя, как спокойно плывут облака. (Пауза.)
5. Над елью, что эту скалу увенчала. (И так далее.)

Хотя три отчетливо выступающие стадии перекрывают друг друга во времени, они в целом сохраняют этот порядок следования. <...>

Процесс творческого мышления в контрольной группе, по-видимому, протекал в общих чертах так же, хотя здесь произведения были обычно ниже по качеству.

Д. Креч,
Р. Крачфилд,
Н. Ливсон

Факторы, определяющие решение задач*

Мы рассмотрим основные факторы, определяющие процесс решения творческих задач. При анализе этих факторов мы будем различать ситуационные и личностные, не забывая, однако, о том, что в конкретном процессе решения задачи они всегда взаимодействуют.

Ситуационные факторы

Модель стимула

Если вы установите, каким образом модель стимула, которую представляет собой задача, может способствовать или препятствовать ее решению, то сможете использовать эту информацию для улучшения процесса решения задач.

Гештальтпсихологи, изучавшие влияние характера стимула на перцептивную организацию, старались показать, что процесс решения задач в основном аналогичен перцептивному процессу. Экспериментальные исследования подтверждают гипотезу о том, что пространственное расположение элементов проблемной ситуации может способствовать или препятствовать решению задачи так же, как оно способствует или препятствует перцептивной организации.

Например, если для достижения решения нужно, чтобы объект *A* был виден как часть объекта *X*, а он расположен как часть объекта *Y*, то решение будет затруднено. Этот эффект наиболее характерен для знакомых объектов, так как довольно часто при решении задач необходимо давать этим объектам новую интерпретацию. В данном случае близость объектов будет усиливать устойчивость

---

* Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления / Ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.В. Петухов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. С. 289—297.

их привычных значений, мешающую решению задачи, и, наоборот, пространственное разделение функционально связанных объектов облегчает «ви́дение» их нового применения.

Довольно часто объекты, необходимые для решения, просто отсутствуют в непосредственно данной проблемной ситуации. В таком случае полезно порешать родственные задачи. Стимульная модель родственной задачи может включать объекты, нужные для решения основной. Весьма вероятно, что заключение по аналогии является плодотворным именно по этой причине.

Временнбя организация и установка

Элементы задачи представлены нам не только в пространстве, но и во времени. Одни части проблемной ситуации предшествуют другим. Одним из основных эффектов временнуй организации материала, важных для нашего обсуждения, является эффект установки. Влияние установки на решение задач изучалось достаточно широко. Классическим в этой области является эксперимент Лачинса[1]. Результаты этого эксперимента показывают, что решение определенного числа задач одним способом побуждает испытуемого использовать тот же способ для решения последующих задач, даже если этот способ становится неэффективным.

Некоторые исследователи считают, что эффект установки является просто данью той стратегии решения задач, которая обычно бывает эффективной. Аналогично другие исследователи относят этот эффект к тенденции решающего задачу действовать все более и более автоматически, когда за трудной задачей, требующей умственных усилий, следуют другие, решаемые по тому же принципу.

Интересная модификация такого объяснения предложена Кнайтом[2]. Двум группам испытуемых (студенты колледжа) предлагалось решить подряд 21 задачу типа «сосуды с водой» — обычный тест на установку. Одной из этих групп для первой попытки давалась задача, решить которую было достаточно трудно: вместимости сосудов — (А) 1000; (В) 0; (С) 371; (Д) 247; (Е) 25, цель — 199 кварт. Другой группе была предъявлена более легкая задача: (А) 1000; (В) 0; (С) 300; (Д) 10; (Е) 1, цель — 293 кварты. Обе задачи решаются одним и тем же способом: (С) — (Д)+3(Е). Неудивительно, что испытуемые первой группы решали свою задачу значительно дольше. На следующих пробах они показали более высокий эффект установки по сравнению с испытуемыми второй группы, продолжая использовать первоначально выработанный сложный принцип, когда можно было применить более простой. Кроме того, при встрече с задачей, для которой перво-

---

[1] См.: *Luchins A.S.* Mechanization in Problem—Solving // Psychol Monogr. 1942. Vol. 16. № 6.

[2] См.: *Knight K.E.* Effect of Effort on Behavioral Rigidity in a Luchins Water Jar Task // J. Abnorm. Soc. Psychol. 1963. Vol. 66.

начальный принцип был не вполне адекватен, испытуемые первой группы вновь демонстрировали эффект установки, предлагая чрезмерно сложные принципы решения, подобные первоначальному. А самым удивительным было то, что на последней задаче (вместимость сосудов — 1000; 0; 680; 640; 280; цель — 1000) только 7 из 22 испытуемых первой группы нашли очевидное решение, в то время как во второй группе это сделали 18 из 24 испытуемых. Вывод достаточно прост: чем больше усилий мы вкладываем в открытие некоторого принципа решения задачи, тем с большей вероятностью мы будем придерживаться его в дальнейшем.

Существует целый ряд попыток научить испытуемых преодолевать нежелательные умственные установки при решении задач. Известный практический совет состоит в том, чтобы оставить задачу на некоторое время и затем посмотреть на нее «свежим взглядом». Другой подход принадлежит Майеру[3], проводившему свои эксперименты в Мичиганском университете на больших группах студентов. Перед тем как решать задачи, испытуемым предлагалось прослушать 12-минутную лекцию, содержавшую некоторые общие инструкции и указания. В течение часа, выделенного затем для решения, экспериментальная группа набрала 49% правильных решений, а контрольная группа (которой лекцию не читали) — только 37%. Следующий эксперимент, тестирующий способность студентов к умозаключению до и после лекции, дал подобные результаты, и Майер заключил, в частности:

> Результаты обоих экспериментов показывают, что когда испытуемые осторожно инструктируются остерегаться привычных и устойчивых направлений в своей деятельности, но быть внимательным к новым точкам зрения, наблюдается значительное улучшение их способности к умозаключению, проявляемое в увеличении числа правильных решений.

Однако, говоря о результатах экспериментов Майера, нам лучше избегать преувеличений. Ведь сказать человеку, имеющему определенную установку: «Будь внимателен к новым точкам зрения, остерегайся привычных направлений», это почти то же самое, что сказать невротически тревожному человеку: «Не волнуйся!» — здесь нельзя рассчитывать на большой успех. Существуют гораздо более фундаментальные трудности (связанные с личностной сферой человека), чем те, от которых могут спасти лекции и указания.

Эмоциональные и мотивационные состояния

Проблемная ситуация может вызывать у решающего задачу различные эмоциональные и мотивационные состояния. Эти состояния могут, в свою очередь, влиять на эффективность решения задач. Существует много экспериментальных приемов вызывать эмоциональное напряжение в ситуации решения задач, и

[3] См.: *Maier N.R.F.* An Aspect of Human Reasoning // Brit. J. Psychol. 1933. Vol. 24.

психологи широко используют эти приемы в своих исследованиях. В одном из них Рей[4] давал испытуемым задачу, в которой нужно было выбрать из набора предлагаемых принципов решения только один — «правильный». Но одной половине испытуемых сначала была предъявлена задача, в которой фактически не было «правильного» принципа. Эта группа «неудачников» работала над данной фрустрирующей задачей в течение 12 *мин* до предъявления настоящей, решаемой задачи. «Контрольная» группа — другая половина испытуемых — решала настоящую задачу сразу. В результате 49% «контрольных» испытуемых и только 32% «неудачников» решили задачу за установленное время.

По-видимому, такое открытие не было для нас сюрпризом. Существуют убедительные доказательства, что интеллектуальные способности, как правило, страдают от неудач. Тем более неожиданным является утверждение Левитта[5] о том, что успех также может ухудшать решение творческих задач. В своем обзоре экспериментальных результатов, полученных при использовании тестов на установку типа «сосуды с водой», он замечает, что в экспериментах Ковена[6] как «поощряемая», так и «стрессовая» группы испытуемых гораздо дольше продолжали применять первоначальный и не самый лучший способ решения, чем это делали испытуемые «умеренно стрессовой» группы. По-видимому, чувство успеха может, как и фрустрация, понижать эффективность решения задач.

Короче говоря, когда интенсивность мотивации решающего задачу увеличивается, то эффективность его работы также увеличивается, но до определенных границ. После этого любое повышение мотивации приведет к снижению эффективности решения задач. Конечно, точка «оптимальной» интенсивности мотивации будет сильно варьировать от одного человека к другому. Эти вариации зависят, в частности, от личностных характеристик человека, к обсуждению которых мы и переходим.

Личностные факторы

Люди существенно различаются по степени восприимчивости к ситуационным влияниям, возникающим при решении задач. Эти индивидуальные различия отражают взаимодействия ситуационных детерминант процесса решения с такими устойчивыми характеристиками человека, как его знания, интеллект и личностные черты.

Существует много примеров таких взаимодействий. Например, с увеличением наших знаний об исследуемом объекте его ситуационные признаки как

---

[4] См.: *Ray W.S.* Mild Stress and Problem—Solving // Amer. J. Psychol. 1965. Vol. 78.

[5] См.: *Levitt E.E.* The Water Jar Einstellung Test as a Measure of Rigidity // Psychol. Bull. 1956. Vol. 53.

[6] См.: *Cowen E.L.* Stress Reduction and Problem-Solving Rigidity // J. Consult. Psychol. 1952. Vol. 16.

бы отходят на второй план: астроном, знающий, что луна лишь отражает свет солнца и не имеет собственного источника световой энергии, вряд ли будет воспринимать ее как «жар-птицу, летящую по ночному небу». Оказалось также, что эффект установки легче вызывается у людей со сравнительно низким интеллектом. И наконец, степень влияния эмоционального напряжения, вызванного проблемной ситуацией, на процесс решения задачи отражает различия устойчивых личностных характеристик. Читатель, вероятно, вспомнит среди своих друзей и тех, кто «пасует» перед трудностями в решении задачи (скажем, при дефиците времени), и тех, кто продолжает работать эффективно при любых обстоятельствах.

Рассмотрим теперь личностные факторы более детально.

Знания

В любом обсуждении решения творческих задач — как у изобретателя-практика, обобщающего свой собственный опыт, так и у психолога, создающего свою теорию на основе лабораторных экспериментов, — подчеркивается тесная взаимосвязь между знаниями и творчеством. Эту взаимосвязь отражают два противоречащих друг другу положения, каждое из которых является валидным.

С одной стороны, чем больше знаний получил человек в прошлом, тем более разнообразны его подходы к решению новых задач. Действительно, для решения трудной задачи человек должен иметь необходимые специальные знания. Чем больше известно нам различных значений исследуемого объекта, тем с большей гибкостью мы будем использовать этот объект в попытках решить задачу.

С другой стороны, знания могут ограничивать нас, приучать к использованию традиционных, стереотипных значений объекта. В этом смысле чем меньше знаний человек получил в прошлом, тем легче ему найти необычную, оригинальную идею решения. Известно много примеров, когда ученые добивались значительных творческих успехов в новых для себя областях. Оснащенные не слишком большим запасом знаний, они задавали проницательные и глубокие вопросы, позволяющие увидеть новые пути решения старых и трудных проблем.

Важное значение для решения задач имеет степень готовности знаний к их применению. Одним из экспериментальных подтверждений этому служит исследование П. Саугстада и К. Раахейма[7] из университета в Осло.

Испытуемыми были 95 школьников старших классов. Задания: используя предметы, лежащие на столе, пересыпать шарики из стакана *G* в контейнер *O*, не заходя за черную линию (рис. 1). Решение: согнуть гвоздь клещами, привязать этот крючок к концу веревки и бросить так, чтобы зацепить им деревянную раму *F*, затем подтащить ее к себе, минуя преграду *B*. Сделать из газет трубки и с

[7] См.: *Raaheim K.* Problem Solving and Past Experience, European Reseach in Cognitive Development // Monogr. Soc. Child Develpm. 1965. Vol. 30. № 2.

помощью резиновых колец соединить их в одну длинную трубу. Теперь по этой бумажной трубе шарики можно пересыпать в контейнер *O*.

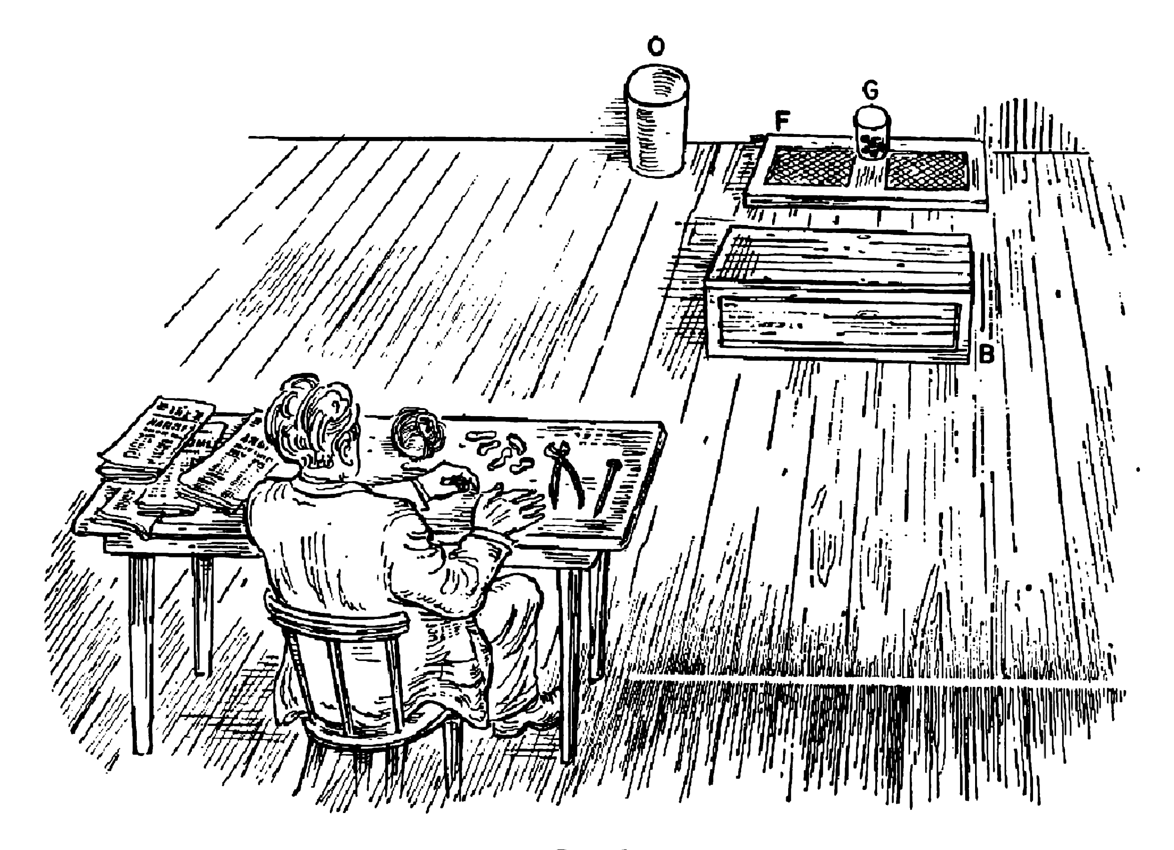


Рис. 1

Перед выполнением задания испытуемых просили перечислить возможные способы применения предметов, предъявленных затем в эксперименте. Они говорили, например, что с помощью гвоздя можно что-либо закрепить, колоть, подвешивать и т.д. Их просили также привести три иллюстрации каждой из названных функций. Чтобы решить задачу, нужно актуализировать два «необычных» значения: гвоздь как крючок и газеты как «труба» (или «туннель»). Испытуемые разделились на три группы: 1) упомянувшие в своих иллюстрациях «крючок» и «трубу», 2) упомянувшие лишь то или другое и 3) не указавшие этих функций. Результаты эксперимента представлены в табл. 1.

Таблица 1

Функция предметов	Количество испытуемых	Процент решений
Крючок и труба	18	89
Крючок или труба	40	42
Не упоминаются	37	19

Интеллект

Интеллект — это относительно стабильная способность человека, которую он использует в основном с постоянной интенсивностью в каждой новой ситуации решения задач.

Экспериментальные исследования отношения интеллекта к решению задач нужны, конечно, не для иллюстрации того общеизвестного положения, что умные люди решают задачи лучше. Необходимо полно и точно определить специфические функции интеллекта в решении задач. О высокой восприимчивости людей с низким интеллектом к эффекту установки мы уже говорили. Клаусмайер и Лафлин[8], определяя продуктивность решения задач 11-летними детьми, выявили различие между детьми с высоким и низким IQ. Оно состояло в том, что первые демонстрируют лучшее умение проверять свои пробные гипотезы и в итоге отвергают все неверные решения. Ослер[9] выяснил также, что дети с высоким интеллектом, решая достаточно сложные задачи, выдвигают и проверяют гипотезы, отвечающие некоторому основному принципу, и, таким образом, с большой вероятностью достигают *Ага*—решений. Дети с нормальным интеллектом, напротив, рассматривают несколько гипотез и продвигаются в решении постепенно.

Личность

Личностные факторы, связанные с решением задач, весьма разнообразны. Исследования показывают, что людей, хорошо решающих задачи, отличают такие характеристики, как гибкость, инициатива и уверенность. Существуют убедительные доказательства, что тенденция приспосабливаться к социальному давлению связана с малой продуктивностью решения задач. Накамура[10] установил, что конформные студенты решают задачи гораздо хуже тех, кто независим в своих суждениях (при этом, разумеется, учитывались интеллектуальные различия конформных и неконформных студентов). Маккоби, Доулей, Хатен и Дегерман[11] в экспериментах с детьми младшего школьного возраста выделили еще один коррелят способности решать задачи. Умение сдерживать свои движения, определенное с помощью соответствующих проб (например, чертить линии на бумаге, делая это «очень медленно»), связано с высокой эффективностью в ре-

[8] См.: *Klausmeier H.J., Longhlin L.J.* Behaviors During Problem Solving Among Children of Low, Average and High Intelligence // J. Educ. Psychol. 1961. Vol. 52.

[9] См.: *Osier S.E.* Trautman-Concept Attainment: II. Effect of Stimulus Complexity Upon Concept Attainment at Two Levels of Intelligence // J. Exper. Psychol. 1961. Vol. 62.

[10] См.: *Nakamura C.Y.* Conformity and Problem Solving // J. Abnorm. Soc. Psychol. 1958. Vol. 56.

[11] См.: *Maccoby E.E., Dowley E.M., Hagen I.W., Degerman R.* Activity Level and Intellectual Functioning in Normal Preschool Children // Child Developm. 1965. Vol. 36.

шении перцептивных задач. Это не значит, что дети, решающие задачи хорошо, были менее активны. Измерения общего уровня их активности в игре не показали подобной взаимосвязи. Относится ли эта способность контролировать и по необходимости сдерживать моторную активность к умению строго следовать инструкции или является особым личностным фактором «внутреннего контроля»? Надеемся, что исследователи еще ответят на этот вопрос.

Помимо изучения влияния различных личностных черт на процесс решения задач, можно исследовать личностные характеристики людей, ярко проявляющих творческие способности в своей профессиональной работе. Большинство текущих исследований по этому вопросу проводится в Институте диагностики и изучения личности (Калифорнийский университет). Изучаются такие представители творческих профессий, как архитекторы, художники, математики, бизнесмены и ученые.

Для всех этих групп было установлено, что более творческие люди не обязательно обладают значительными интеллектуальными преимуществами (хотя, конечно, их интеллектуальный уровень достаточно высок). Не все творческие люди хорошо успевали в школе. При сравнении этих людей с менее творческими людьми того же интеллектуального уровня выявилось много примечательных личностных различий. Пожалуй, самым поразительным из них было то, что в творческих людях удивительно «смешиваются» подлинная личностная зрелость и некоторые «детские» черты. Так, по данным Чемберса[12], творческий человек склонен к самоуверенности, доминированию в своих отношениях с другими, он быстро берет и упорно поддерживает инициативу. Он редко считается с мнением других и не ждет от них одобрения своей работы. Его склонность к нонконформизму, иногда даже беспричинному, и независимость в суждениях доходят подчас до стремления к нешаблонности. Он открыт опыту и бывает крайне резок и критичен к своим и чужим недостаткам. Таким образом, сущность творческого человека заключается в том, что он способен сочетать в себе удивление, воображение и честность ребенка с познавательными навыками зрелого и реалистичного взрослого.

Когда творчество рассматривают в связи с успехами в научной работе, то легко — слишком легко — предположить, что оно представляет собой общую, глобальную характеристику. Однако анализ показывает, сколь различны способности и навыки, необходимые даже для одного-единственного творческого акта. Но именно в силу такого разнообразия остается актуальным поиск общих критериев для определения творческих способностей, изучение жизни творческого человека в целом.

---

[12] См.: *Chambers W.N.* Creative Scientist of Today // Science. 1964. Vol. 145.

Г. Глейтман,
А. Фридлунд,
Д. Райсберг

[Препятствия при решении мыслительных задач и способы их преодоления]*

Препятствия при решении задач

До сих пор мы касались лишь общей структуры процесса решения задач — постоянной направленности на цель, иерархии и лежащих в ее основе мнемонических алгоритмов и программ действия. Однако некоторые задачи — будь то капризный кроссворд или разрушительный профессиональный конфликт — кажутся абсолютно неразрешимыми. Могут ли наши знания о решении задач помочь подступиться к этой проблеме?

Мы уже упоминали один важный фактор: при решении задачи и новички, и мастера используют какие-то свои навыки и приемы всякий раз, когда берутся за ее выполнение. Некоторые из этих приемов вполне разумны и эффективны. Например, водитель такси, даже новичок, не тратит времени на размышление о том, не станет ли автокар самым лучшим транспортом до аэропорта, и даже неопытный повар понимает, что маринованные томаты не будут аппетитным украшением для утренних булочек. Но иногда эти базовые приемы вредны или, по крайней мере, непригодны в существующей ситуации. Будучи уверенным в успехе, индивид может стать жертвой своих, часто не замечаемых им самим, приемов, поскольку он введен в заблуждение сильной *мыслительной установкой*.

Этот вывод подтверждается широко известными экспериментами, которые демонстрируют, как люди могут зацикливаться на одном методе решения, будучи не в состоянии взглянуть на задачу под каким-то другим углом. Участникам

---

* *Глейтман Г., Фридлунд А., Райсберг Д.* Основы психологии. СПб.: Речь, 2001. С. 369—374.

одного эксперимента объясняли условие задачи: у них есть три сосуда: *А*, *Б* и *В*. Сосуд *А* вмещает ровно 21 *л*; сосуд *Б* — ровно 127 *л*; сосуд *В* — ровно 3 *л*. Задача участников заключалась в том, чтобы достать из колодца ровно 100 *л*, используя эти три сосуда.

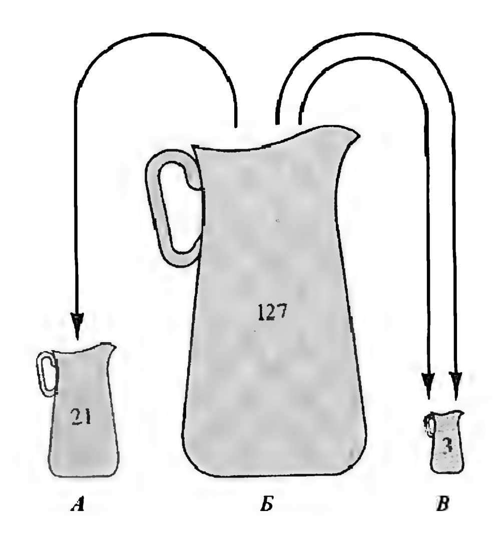


Рис. 1. Стандартное решение задачи с тремя сосудами

Испытуемым потребовалось несколько минут, чтобы решить эту задачу. Решение состоит в том, чтобы наполнить сосуд *Б* полностью, затем перелить из *Б* в *А* столько воды, чтобы заполнить его. Теперь в сосуде *Б* осталось 106 *л* (127—21). Затем отлить из *Б* столько воды, чтобы заполнить *В*. В сосуде *Б* осталось 103 л (106—3). Наконец, вылить воду в колодец из сосуда *В* и наполнить его вновь из *Б*, оставив там требуемое количество — 100 *л* (рис. 1).

Затем испытуемые выполнили еще несколько заданий подобного типа. Объемы сосудов в каждой задаче были разными (табл. 1), но в каждом случае решение можно было получить с помощью той же последовательности действий: наполнить сосуд *Б*, затем перелить воду в *А*; наполнить *В*, перелив воду из *Б*; опорожнить *В* и заполнить его вновь водой из *Б*. Другими словами, в каждом случае требуемый объем воды получался из следующего алгоритма: *Б—А—2В*.

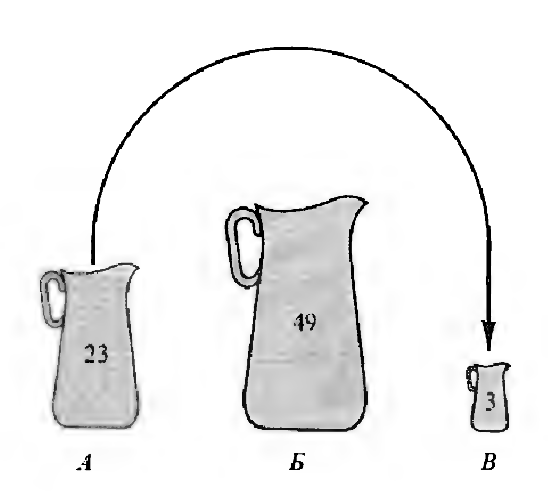
Таблица 1

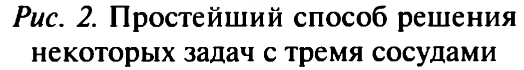
Задача с тремя сосудами

Требуемый объем воды, л	Объем пустого сосуда, л		
	А	Б	В
99	14	163	25
5	18	43	10
21	9	42	6
31	20	59	4

Когда участники решили пять таких задач, они получили две контрольные задачи. Первой была задача, где требовалось получить 20 *л* с помощью сосудов объемом 23, 49 и 3 *л*. Испытуемые быстро решили задачу, используя тот же алгоритм: 49 – 23 – (3 × 2). Они уверенно оставили без внимания возможность простейшего способа решения этой задачи, который требовал всего лишь одного действия (рис. 2).

После этого испытуемых попросили получить 25 л воды, имея сосуды объемом 28, 76 и 3 л. Единственным возможным решением здесь является простое вычитание, то есть 28 – 3 = 25 (рис. 3). Но мыслительная установка оказалась





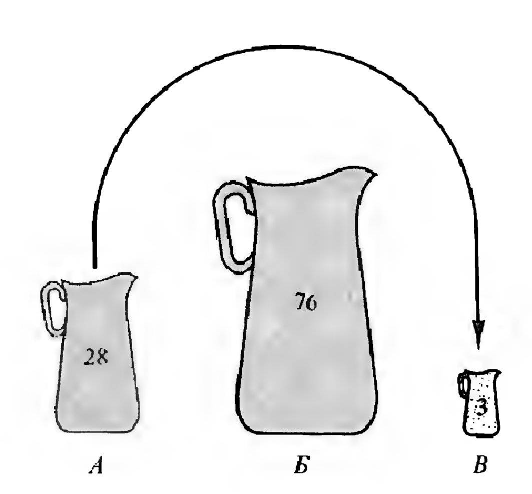


Рис. 2. Простейший способ решения некоторых задач с тремя сосудами

Рис. 3. Случай, когда применим только простейший способ

настолько сильной, что многие вообще не смогли решить эту задачу. Они испробовали старый метод, но он не привел их к цели: $76 - 28 - (2 \times 3) \neq 25$, и они не смогли додуматься до нужной альтернативы! Установка сделала их настолько ригидными, что превратила в умственно отсталых[1].

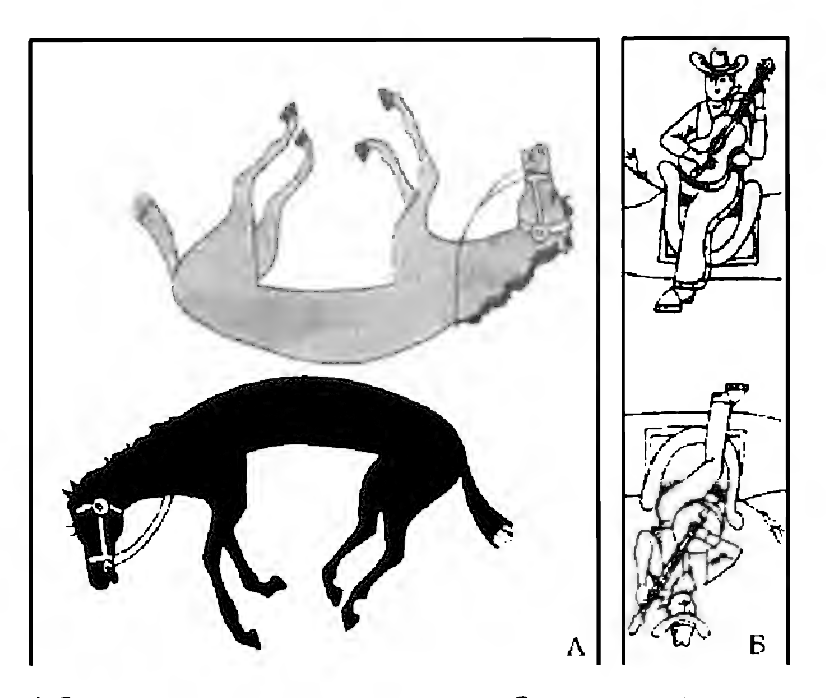


Рис. 4. Задача про всадников и лошадей. Задание: <...> разместить *Б* на *А* таким образом, чтобы всадники оказались сидящими верхом на лошадях[2] (ответ см. на рис. 6)

[1] См.: *Luchins A.S.* Mechanization in problem-solving: The effect of Einstellung // Psychological Monographs. 1942. Vol. 16. № 6.

[2] См.: *Scheerer M, Goldstein K, Boring E.G.* A demonstration of insight: The horse-rider puzzle // American Journal of Psychology. 1941. Vol. 54. P. 437—438.

Другие типы задач приводят к тому же результату. Во многих случаях испытуемому не нужно навязывать обманчивую установку с помощью инструкций и предварительных упражнений, поскольку она вызывается перцептивной организацией самой задачи. Примерами таких установок, рожденных нашим восприятием, может служить <...> задача про всадников и лошадей (рис. 4).

Преодоление препятствий на пути к решению задач

Мы должны еще раз подчеркнуть, что мыслительная установка как таковая — вещь полезная, она позволяет решающему задачу сосредоточиться на конструктивных направлениях и избежать бессмысленных действий. Однако те же самые установки могут создать затруднения, заставляя нас задаться вопросом о том, как можно их преодолеть. Мы уже отмечали важное значение знакомых программ и алгоритмов. Но что нам делать, если не удается выделить подзадачи или нам незнаком тот алгоритм, который требуется для решения?

Обратное действие

Одним из полезных приемов при решении задач является *обратное действие*, когда поиск решения начинается с конца и идет в обратном направлении, двигаясь к исходной точке. Рассмотрим такую задачу.

> Количество водяных лилий на поверхности озера удваивается каждый день. В первый день лета на озере росла только одна лилия. Потребовалось 60 дней, чтобы озеро полностью покрылось лилиями. В какой по счету день озеро было покрыто наполовину?

Задача может быть решена следующим образом. В первый день есть одна лилия; во второй — две лилии; в третий — четыре и т.д. При достаточном терпении этот метод приведет нас к заключению, что на 60-й день на озере было 580 млрд. лилий; половина из них — это 290 млрд., которые появились бы на 59-й день. Однако существует очень простой путь, который избавляет от этих громоздких вычислений: если озеро покрыто полностью на 60-й день, оно должно быть покрыто наполовину в предыдущий день, поскольку количество лилий удваивается каждый день; следовательно, правильный ответ — 59-й день[3] <...>.

---

[3] См.: *Sternberg R.J., Davidson J.E.* Insight in the gifted // Educational Psychologist. 1983. Vol. 18. P. 51—57.

Решение по аналогии

В качестве еще одного приема, помогающего при решении трудных задач, можно предложить решение по аналогии, поскольку многие задачи похожи друг на друга. Школьный психолог часто сталкивается с тем, что проблема, о которой ему рассказывают сегодня, напоминает ту, которая была несколько месяцев назад, и первый опыт может помочь ему справиться со второй. Ученый, пытающийся дать объяснение новому явлению, часто находит ответ, анализируя прошлые явления, схожие с данным. Аналогии сыграли важнейшую роль в истории науки; вспомним ученых, которые расширяли свои знания о газах, сравнивая молекулы с бильярдными шарами, или давали объяснение работе сердца, сравнивая его с насосом[4].

В одном из исследований участникам была предложена такая задача.

> У больного — неоперабельная опухоль в брюшной полости. Существуют такие лучи, которые при достаточной интенсивности могут разрушить эту опухоль. Однако при такой интенсивности лучи разрушат и здоровую ткань вокруг опухоли (стенки желудка, брюшные мышцы и т.д.). Как избавить больного от опухоли, не причиняя вреда здоровой ткани, через которую должны пройти эти лучи?[5]

Эта задача чрезвычайно сложна: в первой группе 90% участников не смогли ее решить. Вторая группа справилась намного лучше. До того как решать задачу с опухолью, они прочитали историю о генерале, который хотел захватить крепость. Для этого ему требовалась большая армия солдат, но все дороги к крепости были заминированы. Маленькая группа солдат могла пройти по дороге, но более крупная группа обязательно подорвалась бы на мине. Как же генералу провести к крепости всех солдат? Он разделил свою армию на маленькие группы и переправил их по разным дорогам. По данному им сигналу все группы направились к крепости, где объединились. После успешной атаки они захватили крепость.

По своей структуре история о крепости похожа на задачу с опухолью. В обоих случаях решение заключается в разделении «боевой силы» таким образом, чтобы она подходила из нескольких разных источников. Для того, чтобы уничтожить опухоль, сквозь здоровую ткань нужно пропустить несколько слабых лучей, каждый — разным путем. Лучи сконцентрируются на опухоли и окажут суммарное воздействие (рис. 5).

---

[4] См.: *Gentner D., Jeziorskiy M.* Historical shifts in the use of analogy in science // Psychology of science: Contributions to metascience / B. Gholson, W. Shadish, R. Neimeyer, A. Houts. (Eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

[5] См.: *Duncker K.* On problem solving // Psychological Monographs. 1945. Vol. 27. P. 1—113.

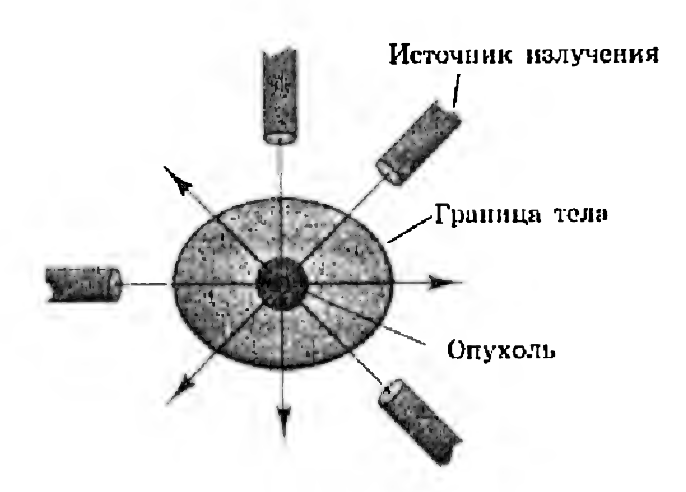


Рис. 5. Решение задачи с облучением опухоли

Несколько слабых лучей исходят из различных точек снаружи таким образом, чтобы соединиться на месте опухоли. В этом месте доза облучения будет сильной, так как в данной точке суммируется их общее действие. Но поскольку каждый луч сам по себе слаб, лучи не причиняют вреда здоровой ткани, окружающей опухоль[6].

Без подсказок, инструкций или знания аналогичных случаев 90% участников первой группы не смогли решить задачу с опухолью. Однако, когда им дали прочитать историю о крепости и сказали, что она им поможет, большинство (80%) решило задачу. Безусловно, аналогии чрезвычайно полезны. Но недостаточно просто знать историю о крепости, испытуемые должны были понять и то, что эта история связана с данной задачей. Удивительно, но многие не увидели здесь никакой аналогии: участникам еще одной группы дали прочитать историю о крепости, но не намекнули на то, что эта история относится к их задаче. При таких условиях только 30% испытуемых решило задачу с опухолью.

[6] См.: *Duncker K.* On problem solving // Psychological Monographs. 1945. Vol. 27. P. 1—113.

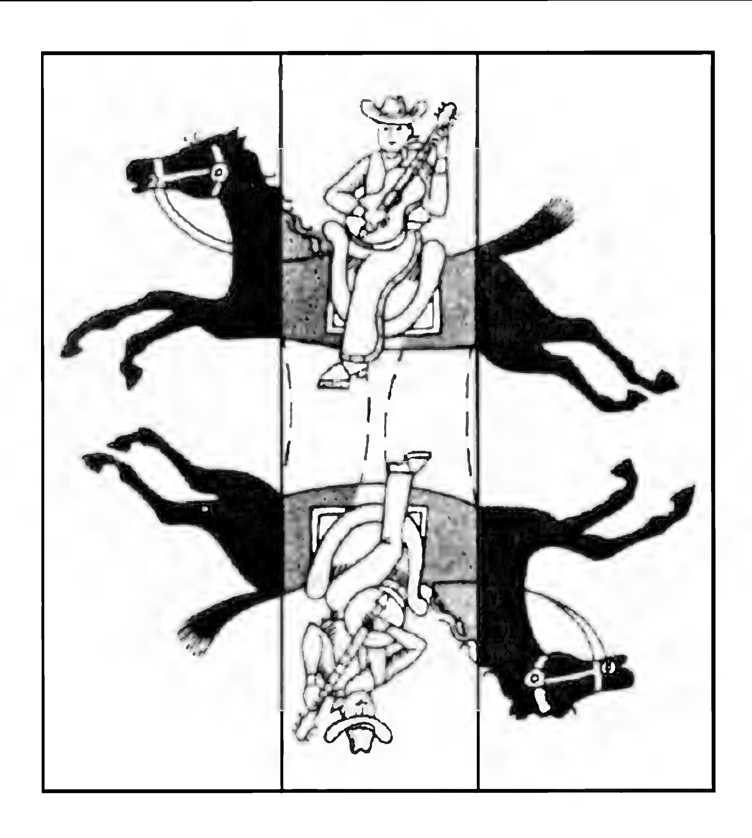


Рис. 6. Решение задачи про всадников и лошадей

Для того чтобы решить эту задачу, необходимо изменить перцептивную установку. Часть *А* нужно повернуть на 90°, чтобы лошади оказались в вертикальной позиции. Теперь можно заметить, что голову одной (вертикальной) лошади можно совместить с задней частью другой. Последний шаг состоит в том, чтобы наложить *Б* на середину А[7].

[7] См.: *Scheerer M., Goldstein K., Boring E.G.* A demonstration of insight: The horse-rider puzzle // American Journal of Psychology. 1941. Vol. 54. P. 437—438.

А.Н. Леонтьев

Опыт экспериментального исследования мышления*

Среди психологических вопросов, относящихся к проблеме мышления, одним из наиболее важных является вопрос о том специфическом звене мыслительной деятельности, который придает ей отчетливо выраженный *творческий характер.*

Когда ученый или изобретатель, рабочий-рационализатор или учащийся стоят перед новой, впервые осваиваемой ими задачей, то обычно процесс решения такой задачи имеет как бы *два* этапа: первый этап — нахождение адекватного *принципа*, способа решения, который прямо не вытекает из условий задачи; второй этап — *применение* найденного уже принципа решения; вместе с тем это этап проверки и, часто, *преобразования* данного принципа в соответствии с условиями конкретной решаемой задачи. Иногда этот второй этап требует большого времени и труда, но все же — это этап только дальнейшей разработки и конкретизации решения, которое в своем общем виде, т.е. именно в *принципе*, уже найдено, уже известно. Другое дело — *первый этап*, этап нахождения самого принципа или, как иногда говорят, *идеи* решения. Это и есть наиболее творческое, если можно так выразиться, звено мыслительной деятельности.

В психологической, и не только в психологической, литературе многократно описывались те черты, которые характеризуют мыслительный процесс на этом его этапе. Главная из них, как известно, состоит в том, что после первоначально бесплодных попыток найти решение задачи внезапно возникает *догадка*, появляется новая *идея решения*. При этом очень часто подчеркивают случайность тех обстоятельств, в которых происходит такое внезапное открытие новой идеи, нового принципа решения. Например, один из конструкторов шагающего экскаватора бросает случайный взгляд на человека, несущего чемодан, и ему прихо-

* Доклады на совещании по вопросам психологии 3–8 июля 1953 г. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1954. С. 5–12.

дит в голову совершенно новый принцип устройства, регулирующего «шагание» этой грандиозной машины.

Что же представляет собою это так называемое творческое звено мыслительной деятельности? Его недостаточная изученность, естественно, создавала почву для всякого рода идеалистических психологических концепций, включая сюда и гештальтистскую концепцию *Einsicht* 'а.

Вместе с тем, надо признать, что подлинно научное исследование этой проблемы представляет собой задачу серьезного теоретического и практического значения. Один из циклов исследований, ведущихся в настоящее время на кафедре психологии Московского государственного университета, мы и посвятили экспериментальному изучению этой проблемы. Здесь мы имеем возможность изложить только некоторые, далеко не полные результаты этой работы, которая проводилась под нашим руководством Я.А. Пономаревым и Ю.Б. Гиппенрейтер.

Остановимся раньше на общей методике опытов. Прежде всего, нам нужно было выбрать подходящий тип задач. Понятно, что мы не могли взять для эксперимента по-настоящему значимые задачи, т.е. поставить испытуемого в положение, скажем, изобретателя или исследователя. Мы остановились поэтому на гораздо более простых задачах — задачах «на догадку». Такие задачи отличаются тем, что они требуют для своего решения только таких знаний и умений, которые заведомо имеются у испытуемых. Вместе с тем, как правило, их решение сразу не находится, т.е. условия этих задач сразу не актуализируют у испытуемых нужных связей, вызывающих применение адекватного способа решения. Наконец, этот тип задач характеризуется тем, что если принцип решения данной задачи найден, то его применение уже не представляет никакого труда и, таким образом, этап *нахождения* принципа решения практически совпадает со вторым этапом — этапом *реализации* этого решения.

Примером задач такого типа может служить следующая простейшая задача, которой пользовался в своих опытах Я.А.Пономарев.

Испытуемому дается лист бумаги, на котором нарисованы четыре точки, расположенные в виде квадрата; задача состоит в том, чтобы перечеркнуть их тремя прямыми, не отрывая руки от рисунка, и вернуться к начальной точке (рис. 1).

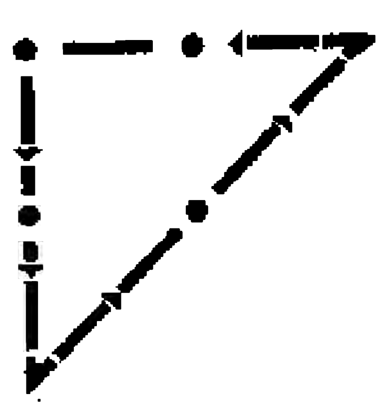


Рис. 1

Как показал опыт, взрослые люди, не знающие заранее данной задачи, быстро решить ее не могут, хотя нужные для этого элементарные геометрические знания у них, несомненно, имеются. Так, если эту задачу несколько видоизменить и, например, поставить ее в следующей форме: «Опишите вокруг квадрата треугольник», то она, конечно, решается очень легко. Дело, очевидно, заключается в том, что изображение четырех точек первоначально

вызывает прочно закрепленное действие *соединения* точек линиями, как это в подавляющем большинстве случаев действительно и происходит в нашем опыте. Принцип же решения данной задачи состоит в другом, а именно в том, чтобы *пересечь* изображенные точки, выведя линии за пределы площади, ограниченной этими точками.

Иначе говоря, условия данной задачи первоначально актуализируют связи *не адекватные*, адекватные же связи не актуализируются и не вступают в новую связь — в связь с условиями именно данной задачи, хотя в других условиях, например, в условиях инструкции, они актуализируются очень легко. Таков был тип задач, применявшихся в опытах.

Собственно же эксперимент заключался в том, что, взяв одну из таких задач в качестве основной, экспериментатор подводил испытуемого тем или другим дополнительным приемом к ее решению. Эти приемы заключались в том, что испытуемый выполнял по требованию экспериментатора какое-нибудь упражнение или решал какие-нибудь другие задачи, которые объективно содержали в себе решение основной задачи и поэтому могли выполнить наводящую роль. Таким образом, мы получили возможность проследить, при каких же условиях опыт испытуемого наводит его на правильное решение, что, собственно, и выражается в так называемой *догадке*.

По этой методике были проведены многочисленные серии опытов, но мы изложим только некоторые, наиболее простые. В одной из первых серий опытов, проведенных Я.А.Пономаревым, в качестве основной была взята описанная выше задача с четырьмя точками. Вопрос был поставлен так: не будет ли решаться эта задача, т.е. не будут ли актуализироваться этой задачей адекватные связи, если они будут специально закреплены в соответствующем упражнении, даваемом испытуемому перед тем, как он начнет решать задачу.

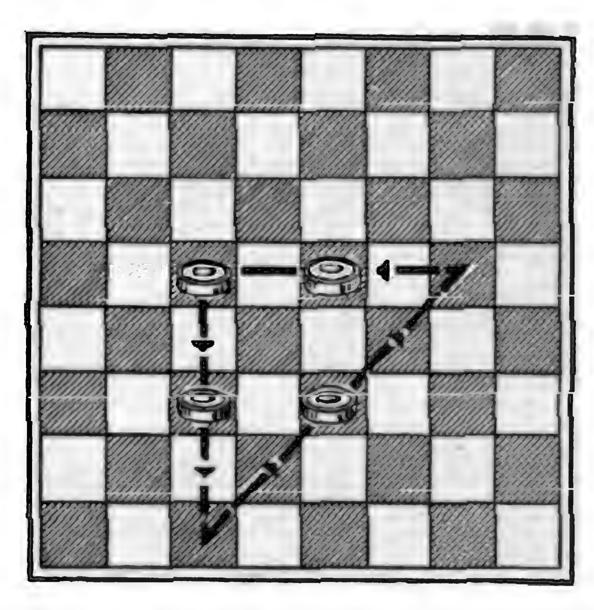


Рис. 2

В качестве наводящих упражнений давались следующие: например, испытуемый должен был многократно снимать расположенные на шахматной доске четыре пешки тремя ходами фигуры, которая может «брать» пешки и как ферзь, и как «дамка» при игре в шашки. При этом пешки были расположены так, что испытуемый проделывал движение, путь которого совпадал с линиями перечеркивания точек в основной задаче (рис. 2).

Или второй пример наводящего упражнения: испытуемому предлагалось многократно и различным образом описывать вокруг квадрата треугольники. Были введены и другие наводящие упражнения, описывать которые мы здесь не будем.

Какое же действие оказали эти наводящие упражнения на решение предлагаемой вслед за ними задачи?

Полученные данные представляются на первый взгляд неожиданными, даже парадоксальными: ни многократное повторение отдельных упражнений, ни целые группы разных упражнений как преимущественно второсигнального, так и первосигнального порядка не дали положительного эффекта: основная задача испытуемыми, предварительно проделавшими эти упражнения, не решалась.

Но может быть данные упражнения вообще не могут оказать наводящего действия? Это, однако, не так. Дело в том, что если эти же упражнения дать *после* основной задачи, оставшейся нерешенной, то их наводящее действие отчетливо сказывается при вторичном предъявлении основной задачи и она чаще всего решается сразу же.

Итак: *предварительное* выполнение испытуемым задания, объективно заключающего в себе способ решения основной задачи, не оказывает наводящего действия, и основная задача не решается. Наоборот, выполнение такого же или аналогичного задания *после* безуспешных попыток решить основную задачу способно при определенных условиях приводить к ее решению «с места». Этот факт многократно подтвержден *в разных* сериях опытов, на разных задачах, с помощью применения разных методик, включая чисто лабораторную методику образования двигательных условных рефлексов, так что факт этот можно считать закономерным.

Анализ данного факта ставит два основных вопроса: во-первых, вопрос о том, в силу чего задание, предшествующее основной задаче, не оказывает наводящего влияния; во-вторых, вопрос об условиях и закономерностях, характеризующих *положительный* эффект наводящего задания, когда оно дается после безуспешных попыток решить основную задачу.

Мы остановимся только на этом втором, в известном смысле более важном вопросе. Вопрос этот был освещен в опытах Ю.Б.Гиппенрейтер.

В этих опытах использовалась другая, тоже очень простая задача на догадку. Требовалось сложить из 6 спичек четыре равносторонних треугольника. Раскладывая спички на плоскости, это сделать невозможно. Чтобы решить эту задачу, надо было сложить объемную фигуру — *тетраэдр*, т.е. поднять спички *над* плоскостью (рис. 3).

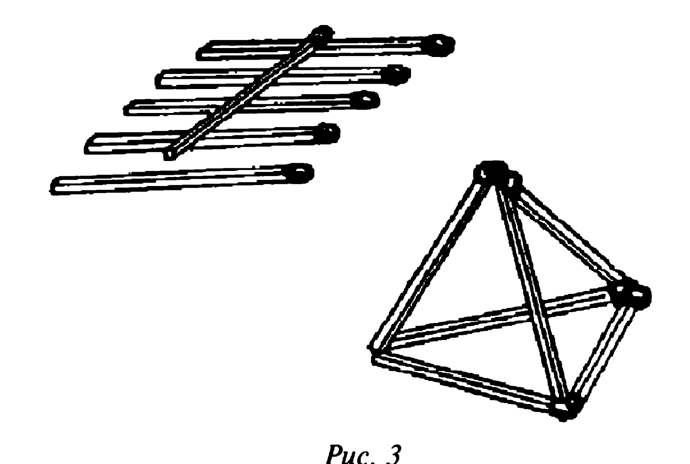


Рис. 3

В качестве наводящей применялась следующая задача: разместить на определенной площади несколько плоских коробок одинаковой толщины, но разных по контуру (это были обклеенные части обычной картонной коробки от папирос, разрезанной на куски неправильной формы). Части коробки своей плоской стороной на заданной площади не размещались; чтобы сделать это, их нужно было поставить на ребро — вертикально (рис. 4).

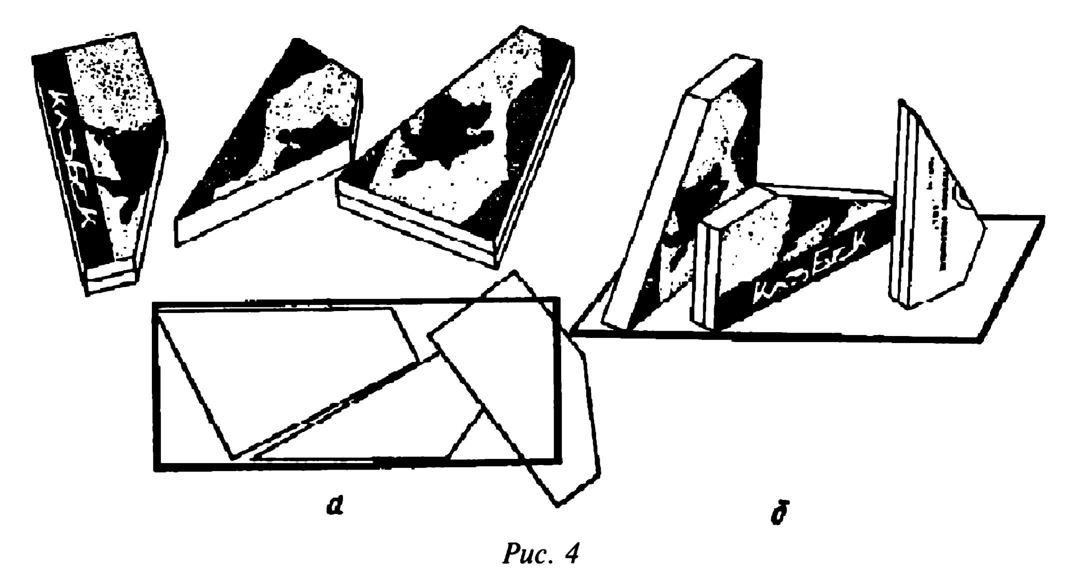


Рис. 4

После решения этой наводящей задачи испытуемый возвращался к прежде нерешенной им основной задаче, которая требовала применения того же самого принципа: отказа от построения на плоскости и построения треугольника в трех измерениях.

Эксперимент состоял в систематическом варьировании одного из условий, в которых протекал опыт в целом, в то время как другие условия оставались постоянными. При этом *положительный* эффект наводящей задачи сказывался не при всех условиях и не при всяком их соотношении, а закономерно зависел от *определенных* условий и от определенного *соотношения* этих условий.

Какие же это условия и соотношения, от которых зависит процесс наведения на решение, т.е. которые вызывают у испытуемого догадку, открытие принципа, позволяющего решить основную задачу сразу, «с места»?

Прежде всего, была прослежена зависимость наводящего эффекта второй задачи от того, как испытуемые пытались найти решение первой, основной задачи.

Нужно сказать, что среди наших испытуемых выделилась группа, которая относилась к задаче с построением треугольников из спичек без всякого интереса. Стремление решить эту задачу у них очень скоро угасало, а некоторые из них прямо заявляли о том, что они не любят такого рода задач, что больше не хотят «ломать себе голову» и т.д.

В этом случае наводящая задача, хотя и решалась ими в наиболее эффективном ее варианте, но при вторичном возвращении к основной задаче последняя ими и на этот раз не решалась. Противоположный, т.е. положительный, эффект наводящей задачи наблюдался (при прочих равных условиях) у всех испытуемых более активных, заинтересовавшихся основной задачей, у которых интерес к ней к моменту перехода к наводящей задаче не угасал.

Итак, первое простейшее положение, которое может быть сформулировано на основании этих опытов, заключается в следующем: для того, чтобы те или иные условия оказали воздействие, наводящее на искомое решение задачи, необходимо, чтобы эта задача вызывала у человека интерес, т.е. чтобы она создавала достаточно стойкую повышенную впечатлительность или, пользуясь выражением Ухтомского, «подстерегательность» к определенным раздражителям. Ведь наведение и представляет собой не что иное, как один из случаев замыкания новой временной связи, а необходимым условием для этого является деятельное — и при этом *избирательно* деятельное состояние коры, т.е. именно наличие соответствующего доминантного очага возбуждения.

Свое дальнейшее развитие это первое положение получило в опытах с группой испытуемых, у которых желание искать решение основной задачи не угасало. Опыты велись так: одной части испытуемых давалась наводящая задача после безуспешных попыток решить основную задачу (со спичками), когда у них возникало сомнение в возможности решить таким способом эту задачу, но все же интерес к ней не пропадал; другой части испытуемых — в начале поисков решения, когда никакого сомнения в правильности избранного ими способа решения у них еще не возникало, им говорилось, что время на решение этой задачи истекло.

Как показал этот опыт, у первой подгруппы наводящая задача всегда давала положительный эффект. Вторая же подгруппа испытуемых вела себя так: решив наводящую задачу и получив возможность снова решать основную задачу, испытуемые продолжали свои попытки, исходящие из прежнего принципа, т.е. продолжали строить треугольники на плоскости, причем верного решения они так и не могли найти.

Итак: для того, чтобы произошло «наведение» на правильное решение задачи, необходимо, чтобы возможности применения первого неверного принципа решения были исчерпаны, но чтобы вместе с тем это не вызвало бы полного угасания поисков решения задачи.

Последняя серия экспериментов, итоги которых мы кратко изложим, состояла в том, что в ней варьировались опыты с *наводящей* задачей.

В первом варианте экспериментатор давал испытуемому решать наводящую задачу в течение опыта несколько раз, начиная с первых же неудачных попыток испытуемого решить основную задачу, т.е. когда ее роль не могла еще сказаться, и до момента, который является наиболее благоприятствующим наведению на правильное решение. В этих условиях наводящая задача утрачивала для испытуемого свою новизну и переставала вызывать живую ориентировочную реакцию раньше, чем наступал наиболее благоприятный момент для наведения на решение основной задачи. В результате такая «примелькавшаяся» испытуемому наводящая задача никакого действия оказать не могла.

Другой вариант состоял в том, что, при прочих равных условиях, наводящая задача резко упрощалась путем уменьшения площади, на которой нужно было уместить коробки, так что испытуемые сразу же ставили их на ребро. Это тоже снимало ее положительный эффект.

Таким образом, последнее положение, которое вытекает из опыта, заключается в следующем: наведение на правильное решение требует, чтобы наводящие обстоятельства вызывали у человека достаточно живую ориентировочную реакцию.

Наконец, необходимо отметить следующий характерный факт, выявившийся в опытах. Оказывается, обстоятельства и самый процесс наведения на решение задачи, т.е. замыкание соответствующих временных связей, не могут быть сколько-нибудь ясно отмечены самими испытуемыми. Напротив, этот момент обычно для них маскируется. Так, испытуемые, например, отмечают, что при повторном предъявлении основной задачи ее решение наступает «как-то вдруг», а иногда дают явно неправильные указания вроде того, что задача решилась «потому, что есть такая фигура — тетраэдр».

Таким образом, изучавшееся нами звено мыслительной деятельности лежит вне возможности хоть сколько-нибудь правильно, даже хотя бы только описательно, представить его себе по данным самонаблюдения, и его изучение возможно лишь строго объективным методом. Вместе с тем, именно это звено является центральным во всякой интеллектуальной деятельности. Оно-то и представляет собой, как мы думаем, ту «ассоциацию ассоциаций», о которой упоминает И.П. Павлов, разбирая случаи «мышления в действии». Это — образование ассоциации между воздействующими условиями новой задачи и прежними, уже имеющимися системами связей, которые были выработаны в других условиях; актуализируясь теперь в условиях новой задачи, они естественно сами развиваются дальше, видоизменяясь соответственно требованиям этих новых условий.

С.Л. Рубинштейн

Основная задача и метод психологического исследования мышления*

Основная задача психологического исследования мышления заключается в том, чтобы, не ограничиваясь фиксацией внешних результатов мыслительной деятельности, вскрыть самый *процесс* мышления во внутренних закономерностях его протекания. <...>

В педагогической практике учитель часто встречается с тем, что ученик, решивший задачу или как будто усвоивший теорему применительно к данным условиям, оказывается не в состоянии «перенести» это решение в другие условия, решить ту же задачу, как только задача предъявляется ему в видоизмененных условиях. Это часто встречающийся и практически фундаментально важный факт. С констатации подобных фактов начинает, как известно, свое исследование о «продуктивном мышлении» Вертхаймер. На нем останавливались и авторы ряда исследований, публиковавшихся в нашей психологической литературе. Чрезвычайно важно поэтому выяснить его причины.

Под переносом обычно разумеют применение сложившегося у индивида и закрепленного в виде навыка способа действия в новых условиях, при решении других аналогичных задач. Однако и закрепляющийся в виде *навыка* способ решения задачи должен быть сперва найден. Поэтому, в конечном счете, в плане *мышления* проблема «переноса» преобразуется в проблему *применения прежде найденных решений (знаний) к новым задачам.*

За фактами отсутствия переноса решения с одной задачи на другую, ей аналогичную, стоит недостаточный анализ условий задачи соотносительно с ее требованиями и вытекающая отсюда недостаточная обобщенность решения.

---

* *Рубинштейн С.Л.* О мышлении и путях его исследования. М.: Изд-во АН СССР, 1958. С 56, 66—75, 77—78, 81—83.

Условия, в которых дается задача, включают обычно в более или менее нерасчлененном виде собственно условия задачи, т.е. те данные, которые участвуют в решении, с которым это последнее необходимо связано, и ряд привходящих обстоятельств (то или иное расположение чертежа, та или иная формулировка задачи и т.п.).

Для того чтобы решение задачи оказалось для учащегося (испытуемого) переносимым на другие случаи, отличающиеся от исходных лишь несущественными, привходящими обстоятельствами (тем или иным расположением фигур и т.п.), необходимо (и достаточно), чтобы анализ через соотнесение с требованиями задачи вычленил собственно условия задачи из различных привходящих обстоятельств, в которых они непосредственно выступают сначала. Невозможность переноса решения в другую ситуацию (при изменении положения фигуры и т.п.) объясняется отсутствием такого анализа и отсюда вытекающей недостаточной обобщенностью решения задачи. Мало того, чтобы реализовать даже обобщенное решение в новых обстоятельствах, нужно не просто его «перенести», а, сохраняя его по существу, соответственно соотнести его с этими обстоятельствами, т.е. проанализировать и их (иногда через это соотнесение осуществляется и самое обобщение решения, выступающее в этом случае как результат синтетического акта).

В основе переноса лежит обобщение, а обобщение есть следствие анализа, вскрывающего *существенные* связи. Анализа требуют как сама задача, условия, в которых она первоначально решается, так и те видоизмененные условия, на которые это решение переносится. <...>

С переносом решения одной и той же задачи в разные условия (обстоятельства) тесно связан перенос решения из одной задачи на другую, однородную с ней в том или ином отношении. Этот последний случай был подвергнут у нас специальному исследованию. <...>

Опыты К.А. Славской показали, что перенос совершается в том и только в том случае, когда обе задачи соотносятся и включаются испытуемыми в процессе единой аналитико-синтетической деятельности. Конкретно это выражается в том, что условия одной задачи анализируются через их соотнесение с требованиями другой. Для осуществления переноса решения требуется обобщение, связанное с абстракцией от несущественных моментов первой задачи и конкретизацией его применительно ко второй. Главную роль при переносе играет анализ основной задачи, подлежащей решению. Течение процесса обобщения и осуществление переноса зависят главным образом от степени проанализированности той основной задачи, на которую должен быть совершен перенос. Если вспомогательная задача предъявлялась на начальных этапах анализа основной, то она решалась сперва самостоятельно, безотносительно ко второй; обобщение совершалось в результате развернутого соотнесения свойств и отношений обеих задач. Если вспомогательная задача предъявлялась, когда анализ основной задачи был уже значительно продвинут, то вспомогательная задача решалась

сразу через соотнесение с требованиями основной, как звено этой последней. В этом случае обобщение совершается в ходе решения вспомогательной задачи. Поэтому нет нужды в специальном применении одной задачи к другой: перенос осуществляется с места, сразу.

Эксперимент, в ходе которого это вскрылось, велся следующим образом: экспериментатор предлагал испытуемому решить задачу, рассуждая вслух: ход рассуждений испытуемого при решении задачи подробно протоколировался.

Испытуемым — учащимся 7–9-х классов средних школ — давалась основная задача: доказать равновеликость треугольников *ABO* и *OCD*, заключенных между диагоналями трапеции (решение ее заключается в выделении треугольников *ABD* и *ACD*, которые равновелики, так как имеют общее основание *AD* и общую высоту трапеции; искомые треугольники являются частью данных и поэтому равновелики) (рис. 1). Для исследования переноса решения с одной задачи на другую испытуемым в ходе решения одной (основной) задачи давалась другая, вспомогательная. В экспериментальную группу включались только те из обследованных испытуемых (48 школьников и 12 студентов), которые решали основную задачу с помощью вспомогательной и на которых поэтому можно было прослеживать ход переноса. Во вспомогательной задаче нужно было доказать равенство диагоналей прямоугольника *ABCD*. Они равны, так как равны треугольники *ABD* и *ACD*, имеющие общее основание *AD*, равные стороны *AB* и *CD* и равные прямые углы (рис. 2). Основная задача решается с помощью вспомогательной посредством переноса на нее решения вспомогательной задачи. Общим звеном в решении обеих задач было использование общего основания *AD* треугольников *ABD* и *ACD*, которое в одном случае используется как общее основание равных, в другом — равновеликих треугольников. Таким образом, чтобы решить основную задачу, т.е. найти равновеликие фигуры, связанные с искомыми и имеющие равные (общие) высоты и общее основание, нужно выделить это звено решения вспомогательной задачи как общее для обеих задач, т.е. произвести обобщение.

Чтобы проследить зависимость обобщения от анализа основной задачи, вспомогательная задача предъявлялась испытуемым на разных этапах анализа основной.

В качестве ранних этапов в специальном, узком смысле слова мы выделяли те, на которых испытуемые оперировали, анализировали и т.д. лишь с тем, что было непосредственно дано в условиях задачи; под поздними этапами анализа мы соответственно разумели те стадии решения задачи, на которых испытуемые уже выделяли новые условия, выходящие за пределы того, что было непосредственно дано в исходных условиях задачи.

Конкретно различение более ранних и более поздних этапов анализа основной задачи в наших экспериментах осуществлялось следующим образом.

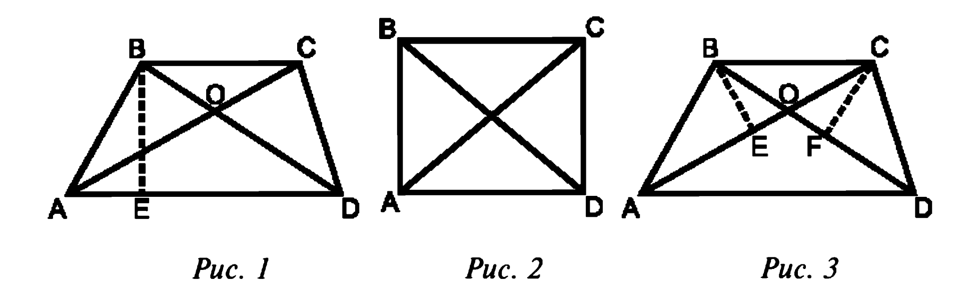


Рис. 1 *Рис. 2* *Рис. 3*

Одной части испытуемых вспомогательная задача давалась в тот момент, когда они анализировали непосредственно данные в задаче условия, т.е. на *ранних этапах* анализа задачи. Эти испытуемые проводили высоты треугольников *ABO* и *OCD* и анализировали их равновеликость, т.е. пытались доказать равенство их высот и оснований (рис. 3). Вначале, следовательно, они анализировали то, что непосредственно дано в условии задачи — равновеликость треугольников *ABO* и *OCD*.

В ходе проб испытуемые убеждались в невозможности доказать равновеликость *ABO* и *OCD* через равенство их высот и оснований. Они продолжали анализировать задачу дальше, выявляли новые, не данные им условия. Так, они выделяли другие фигуры, связанные с искомыми, чтобы первоначально доказать их равновеликость, рассматривали их высоты и основания (например, треугольников *ABD* и *BCD* с общей высотой трапеции и основаниями, которые являются верхним и нижним основаниями трапеции). Это выделение в ходе анализа задачи новых условий мы принимали за *поздние этапы* анализа задачи. Второй группе испытуемых вспомогательная задача предъявлялась на этих поздних этапах анализа основной.

Чтобы «перенести» решение с одной задачи на другую, нужно найти обобщенное решение обеих задач. Предъявляя вспомогательную задачу на разных этапах анализа основной задачи, мы прослеживали, как осуществляется обобщение в зависимости от степени проанализированности основной задачи, зависимость обобщения от анализа.

Испытуемые *первой* группы, которым вспомогательная задача предъявляется на *ранних* этапах анализа основной, решают вспомогательную задачу как самостоятельную, не связанную с основной. После решения вспомогательной задачи испытуемые возвращались к решению основной задачи. При этом большая часть испытуемых начала соотносить дальнейшее решение основной задачи с вспомогательной.

Таким образом, получается, что начальные этапы, или низшие уровни мышления, сами создают предпосылки, которые ведут к высшим. «Мотивом», побуждавшим к этому соотнесению, служило то, что испытуемые уже до осуществления сколько-нибудь развернутого и углубленного соотнесения задач усматривали, что между обеими задачами есть что-то общее, раскрывающееся затем в результате этого соотнесения, так как никаких указаний на связь обеих

задач испытуемым не давалось; более того, чтобы не наводить испытуемых на эту мысль, экспериментатор предъявлял вспомогательную задачу с нарочито маскировочной установкой, говоря испытуемым, что вторая вспомогательная задача дается им для передышки. Следовательно, оказывается, что сам ход решения задачи создает внутренние условия для дальнейшего движения мысли, причем эти условия включают в себя не только предпосылки логически-предметные, но и мотивы мышления, «двигатели» его. Соотнесение (синтез) задач осуществлялось так, что, продолжая решение основной задачи, испытуемые анализировали в ней те же геометрические элементы (углы, равные стороны, равные диагонали), которые они использовали при решении вспомогательной задачи.

Так, например, испытуемый Д.В. говорит:

«Здесь же трапеция — совсем другое дело. Здесь диагонали не равны и боковые стороны тоже. Я не знаю, чем мне здесь могут помочь диагонали...» (протокол № 17).

Протоколы показывают, что, анализируя условия основной задачи, испытуемые выделяют элементы, использовавшиеся во вспомогательной задаче, для доказательства равенства треугольников. Все испытуемые анализируют в условиях основной задачи общие, *сходные* со вспомогательной задачей условия. Условия основной задачи анализируются через соотнесение с *требованием вспомогательной*.

Затем испытуемый Д.В. соотносит анализ условий с требованиями основной задачи и говорит: «Мне нужно доказать равновеликость треугольников».

Испытуемый переходит к анализу *новых* условий, убеждаясь в невозможности использовать для решения *данные* в условии задачи треугольники. «Очевидно, что *прямо* и через *равенство* данных треугольников доказать нельзя, — говорит он, — может быть, можно через треугольники *ABD* и *ACD*?». Так испытуемый Д.В. переходит к выявлению *новых условий* основной задачи. Это создает предпосылки для привлечения новых условий из вспомогательной задачи (через соотнесение с *требованием* основной). Из всех найденных в ходе предшествующего анализа геометрических элементов (равных сторон, диагоналей и т. д.) привлекается к решению основной задачи *только* общее основание *AD* для доказательства равновеликости треугольников *ABD* и *ACD*. Испытуемый Д.В. говорит: «Равенство углов нам не нужно, равенство диагоналей тоже не нужно, а общее основание мы можем использовать».

Таким образом, испытуемый выявляет то общее звено решения, которое является существенным и для основной задачи. Происходит обобщение — в геометрическом элементе, использовавшемся при решении вспомогательной задачи (для доказательства *равенства),* выявляется новое свойство, существенное с точки зрения требования основной задачи (для доказательства *равновеликости* треугольников). Таким образом, оказывается, что ни одно из звеньев решения вспомогательной задачи не привнесено извне в основную задачу; каждое звено

решения основной задачи оказывается выявленным в результате анализа самой основной задачи, ее условий, ими обусловленных отношений ее элементов, поэтому оно выделяется как общее, т.е. отвечающее требованию основной задачи, т.е. существенное для нее. Так происходит движение анализа от выявления общего как сходного к выделению общего — существенного для основной задачи.

Итак, при предъявлении вспомогательной задачи на ранних этапах анализа основной испытуемые первой группы решают вспомогательную задачу как самостоятельную, не связанную с основной. Обобщение совершается *постепенно* в ходе дальнейшего анализа основной задачи, осуществляющегося через соотнесение сначала с требованием вспомогательной, затем основной задачи. Движение процесса совершается от выявления сходного к выделению существенного через анализ и соотнесение обеих задач.

Вторая группа испытуемых, которая получила вспомогательную задачу на *поздних* этапах анализа основной задачи, решала вспомогательную задачу ***не как самостоятельную, а как непосредственное продолжение основной.***

Так, например, решая вспомогательную задачу, где надо доказать равенство диагоналей, рассмотрев равенство треугольников, испытуемая Л.Г. говорит: «Они равны, т.е. у них общее основание, *AB* и *CD* — общие высоты» (протокол № 16).

Таким образом, испытуемая абстрагировалась от всех моментов (равенство углов и треугольников), которые были несущественны для основной задачи, где речь шла не о равенстве, а о равновеликости. Вместе с тем те прямые, которые во вспомогательной задаче являются сторонами, она обозначает как равные высоты и общее основание, т.е. сразу выделяет их в связи с основной задачей, связывает их и с доказательством равенства (как того требовала вспомогательная задача), и с доказательством равновеликости (в соответствии с требованием основной задачи). Испытуемая Л.Г. анализирует условия вспомогательной задачи не только через соотнесение с ее собственным требованием, но и одновременно с требованием основной задачи.

В этом случае обобщение совершается уже в ходе решения вспомогательной задачи. Решение вспомогательной задачи служит как бы ответом на основную задачу, включается как недостающее звено анализа в решении последней. Обобщение совершается *«с места», сразу,* и нет необходимости в специальном действии применения одной задачи к другой. Это говорит о том, что именно обобщение, совершающееся при решении вспомогательной задачи, составляет истинную сущность того, что обозначается как перенос решения из задачи в задачу.

Таким образом, при предъявлении вспомогательной задачи на поздних этапах анализа основной вспомогательная задача решается испытуемыми второй группы уже *не как самостоятельная, а в связи с основной.* Условия вспомогательной задачи анализируются через соотнесение с требованием основной задачи, а не только через соотнесение с ее собственным требованием. В силу того, что

основная задача проанализирована испытуемыми до предъявления вспомогательной, они сразу выделяют одно из звеньев решения вспомогательной задачи как существенное для основной задачи: ***обобщение совершается сразу*** в ходе решения вспомогательной задачи. <...>

Таким образом, сравнивая результаты экспериментов, проведенных с двумя группами испытуемых (получившими вспомогательную задачу на ранних и на поздних этапах анализа основной), можно сказать следующее. От степени проанализированности основной задачи зависит то, как конкретно совершаются обобщение и перенос, к которому приводит обобщение: развернуто, постепенно, в результате анализа элементов и отношений обеих задач или уже в ходе решения вспомогательной задачи «с места», сразу. Следовательно, ***от анализа основной задачи зависит, когда и как совершается обобщение. Это говорит о зависимости обобщения от анализа.*** Ход анализа основной задачи определяет, как совершится обобщение задач.

Однако, как видно из рассмотренного экспериментального материала, обобщение подготовляется не в ходе анализа одной только основной задачи. Анализ того же экспериментального материала выявил также, что основным условием обобщения является включение *обеих* задач в единую аналитико-синтетическую деятельность. <...> Только единая аналитико-синтетическая деятельность, включающая обе задачи, приводит к выделению общих звеньев, т.е. к переносу. Эта закономерность была не среднестатистической, а всеобщей закономерностью. Она выступила у всех без исключения 38 испытуемых, которым вспомогательная задача предъявлялась после основной, так же как и у всех 10, которым она предъявлялась до основной задачи. Та же закономерность, полученная сначала на основной группе испытуемых (школьников), проявилась и у 12 студентов, с которыми для сравнения проводились те же эксперименты. <...>

Исследование наше показало, что, как уже отмечалось, продуктивное соотнесение вспомогательной задачи с основной совершается только на поздних этапах анализа последней. Это положение имеет, с нашей точки зрения, принципиальное значение, поскольку оно, по существу, означает, что использование «подсказки», заключенной во вспомогательной задаче, может быть совершено лишь тогда, когда анализ самой подлежащей решению задачи создал для этого внутренние условия.

Между тем это положение <...> вступило как будто бы в противоречие с данными другого нашего исследования, проводившегося Е.П. Кринчик. В ее экспериментах широко и систематически использовалось предъявление испытуемым, затруднявшимся в решении поставленной перед ними задачи, задач вспомогательных. В опытах Кринчик вспомогательные задачи предъявлялись испытуемым как *до*, так и *после* предъявления основной. <...> Помимо этих экспериментальных данных и теоретические соображения как будто говорят за то, что предъявление вспомогательной, наводящей задачи, с которой решение переносится на основную, является важнейшим, привилегированным, основным,

так как именно с этим случаем мы имеем дело при использовании прошлого опыта. Однако эти результаты экспериментов Е.П. Кринчик находятся в прямом противоречии с данными других исследований (Я.А. Пономарева, Ю.Б. Гиппенрейтер), согласно которым предъявление наводящей задачи оказывалось эффективным только при предъявлении ее *после* основной. <...>

Из разнобоя всех этих противоречивых данных мы делаем, прежде всего, один вывод, вытекающий из сформулированных выше общих положений, которые нашли себе подтверждение в ряде экспериментальных данных: вообще не существует и не может существовать никакой непосредственной однозначной зависимости между тем, когда испытуемому предъявляется вспомогательная задача, и эффектом, который ее предъявление дает. <...>

Как только, не оставаясь на внешней поверхности явлений, мы переходим к анализу и внешних, и внутренних соотношений, в каждом из разноречивых как будто случаев все сходится, выступает единая, общая для них всех закономерность. Зависимость решения от момента соотнесения обеих задач испытуемым выявляет роль внутренних условий, зависимость же решения от момента предъявления вспомогательной задачи до или после основной обнаруживает роль внешних условий.

Конкретный анализ различных случаев предъявления вспомогательной задачи мог бы выявить, от чего зависят относительные преимущества ее предъявления в одних случаях до основной задачи, в других — после. Но мы уже видели, что предъявленная *до* основной вспомогательная задача может быть соотнесена с основной на *поздних* этапах анализа последней и потому окажется эффективной; она может быть предъявлена *после* предъявления основной, и соотнесение ее может произойти на *ранних* стадиях решения основной задачи, когда еще не созданы внутренние условия для продуктивного использования вспомогательной задачи, и оказаться неэффективным. Самый общий и важнейший вывод, который может быть сделан из этого анализа, заключается в том, что, ограничиваясь *внешними* данными (например, временем предъявления задачи и т.п.), нельзя прийти ни к каким однозначным результатам в отношении мышления и его закономерностей.

Для этого необходимо вскрыть стоящий за этими внешними данными внутренний процесс и закономерные отношения, которые складываются в нем.

Таким образом, <...> в анализе задачи, подлежащей решению, заключены внутренние условия использования при ее решении других задач и любых «подсказок». <...>

Поэтому предъявляемые в ходе эксперимента вспомогательные задачи — точно дозируемые подсказки и т.п. — могут служить объективным индикатором внутреннего хода мысли, ее продвижения в решении задачи.

5 *Методы исследования понятий*

О.К. Тихомиров

[Методы изучения понятий]*

Определение и сравнение понятий

Для того чтобы узнать, какими обобщениями владеет данный человек, используются разные методы. Один из них — метод определения понятий. Испытуемому называют некоторое слово (или показывают предмет) и просят дать определение, ответить на вопрос: «Что это?» Например: «Что такое троллейбус?» Один испытуемый быстро отвечает: «Троллейбус — это вид общественного транспорта». Второй говорит: «Троллейбус — это где ездят». В первом случае фиксируются род и видовое отличие, т.е. логические отношения между классом объектов и его представителем. Во втором случае указывается лишь функция объекта. Таким образом, в ответ на вопрос экспериментатора испытуемый обнаруживает (репродуцирует) различные знания. В том случае, когда испытуемый указывает лишь функцию объекта, целесообразно повторить инструкцию, требующую дать определение (например, «определите более точно»). Одни испытуемые через некоторое время после обдумывания дают развернутое логическое определение. Это может означать, что они не имели готового определения понятия, но сравнительно легко его выработали после дополнительной мыслительной работы. Для других испытуемых оказывается невозможным выйти за рамки чисто функционального определения понятий, но имеющиеся попытки дать такое определение могут также объективировать их мыслительный поиск.

С помощью описанного метода психологами были выявлены два класса понятий: так называемые научные понятия и житейские понятия. Первые (они усваиваются, как правило, в ходе систематического обучения) легко поддаются словесной формулировке, но применяться могут не всегда правильно. Вторые, напротив, безошибочно используются в практической деятельности, но с трудом поддаются словесной формулировке. Примером могут служить «трава», «сад»

---

* *Тихомиров О.К.* Психология мышления. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. С. 183—188.

и др. Таким образом, метод определения позволяет не только констатировать готовые знания, но и анализировать некоторые проявления самостоятельного мышления. Так называемые житейские (эмпирические) обобщения в свою очередь делятся на два класса: те, которые вырабатываются самостоятельно, складываются в практике жизнедеятельности человека, и те, которые усваиваются от других людей в ходе совместной деятельности, но в условиях, когда сам процесс усвоения жестко не контролируется (теоретически возможен случай, когда усвоение житейских понятий жестко контролируется, «отрабатывается»). Например, обобщение «тяжелые предметы тонут» складывается задолго до изучения физики в школе. Выражение «житейское понятие» не является строгим, так как обобщения не всегда имеют ранг собственно понятий, более точно можно говорить об особом типе значений слов.

Психологи, работающие в области педагогической психологии, иногда склонны недооценивать значение житейских понятий. Действительно, сравнительно легко продемонстрировать большую эффективность учебной деятельности того ученика, который овладел научным понятием, по сравнению с тем, который не овладел им. Дело, однако, заключается в том, что есть большие области нашей жизни, которые пока не освоены наукой, применительно к ним не сформированы научные обобщения и там приходится действовать, опираясь на житейские понятия (сравни «житейская мудрость»). С другой стороны, в научном, техническом творчестве эмпирические обобщения могут быть тем источником, «питательным материалом», из которого вырастают первичные гипотезы. Если «отсечь» этот кажущийся несовершенным уровень мышления (т.е. эмпирические обобщения), то можно погубить самое важное звено в процессе мышления — формирование новых гипотез. Необходимо проводить линию на максимальное использование, на органическое сочетание житейских и научных понятий в реальном мышлении человека, а не пытаться заменить одно другим. В психологической литературе проблема житейских и научных понятий традиционно обсуждалась применительно к детскому мышлению. Однако аналоги так называемых житейских понятий могут быть выделены и в мышлении взрослого человека. Например, достаточно трудно дать всеми разделяемое определение науки, в том числе и психологии (психологию, например, часто путают с психиатрией). Однако наука существует, развивается.

В психологических экспериментах широко используется методика, требующая от испытуемого сравнивания между собой некоторых хорошо известных человеку предметов. Например, испытуемого просят сказать, что общего у стола и стула. Ответ «мебель» свидетельствует о наличии у испытуемого обобщений понятийного плана, а ответ «ну, это, вот, которые дома...» свидетельствует о доминировании более конкретных, ситуативных обобщений. Во втором случае также важно повторить инструкцию, чтобы убедиться в том, является ли предложенное испытуемым решение единственно возможным. Требование

повторного называния общих (или различающих) признаков предметов, особенно дополняемое инструкциями называть «как можно больше признаков» или называть «оригинальные признаки», приводит к развертыванию самостоятельного мышления. Ту же функцию выполняет прием усложнения задачи, решаемой испытуемым, путем предъявления ему трудносравнимых понятий (предметов).

В одном из экспериментальных исследований, проведенных на нормальных взрослых испытуемых, предлагалось назвать общий признак у следующих пар предметов: медь — золото, воробей — соловей, Солнце — Земля, кошка — мышь, автобус — трамвай, тарелка — лодка. Подсчитывались общее число используемых признаков и процент использования наиболее частого признака. Опыты проводились на 80 испытуемых. Общее число используемых признаков по всей группе оказалось равным 9, 13, 11, 14, 9, 23 (соответственно перечисленным понятиям). Проценты использования наиболее частого признака оказались следующими: 60, 59, 64, 54, 70, 16 соответственно перечисленным парам понятий. Таким образом, для легко сравниваемых понятий и трудно сравниваемых (последняя пара) число признаков, по которым осуществляется сравнение, существенно различается: от 9 до 14 в первом случае и 23 во втором. Число выделяемых признаков может быть обобщенным показателем развернутости мыслительного поиска. Об этом же свидетельствует и более равномерное распределение частот используемых признаков. В специальной серии испытуемым давалась инструкция быть «как можно оригинальнее». Хотя эта инструкция и не давала конкретных критериев для сравнения понятий, она привела к существенным изменениям в протекании мыслительной деятельности, что проявилось в увеличении числа используемых признаков по группе и исчезновении «пика» в распределении частот использования признаков понятий. Например, при сравнении понятий «медь — золото» общее число используемых признаков увеличилось от 9 до 26, а процент использования наиболее частого снизился от 60 до 15%, т.е. показатели приблизились к тем, которые были характерны для трудно сравниваемых понятий в первой серии.

Таким образом, инструкция «на оригинальность», меняя отношение испытуемого к заданию, его установку способствует развертыванию самостоятельного мышления в ситуации опыта на сравнение понятий. Трудности сравнения двух пар понятий намеренно создаются так же как бы столкновением двух тенденций, которые могут возникать при решении этой задачи. Скажем, требуется сравнить «человек и лошадь». Для земледельца эти два объекта выступают как нечто объединенное в условиях сельскохозяйственного труда и могут доминировать над более абстрактным, категориальным объединением («одушевленные существа»). Наличие или отсутствие такого доминирования, возможность переключения с одного типа обобщений на другой и выявляет методика сравнения понятий.

Классификация объектов. Семантические сети

В психологии часто применяется также метод классификации предъявляемых человеку объектов (их изображений или просто понятий, их обозначающих). Один из вариантов этого метода получил название «четвертый лишний» и заключается в следующем: испытуемому дают четыре предмета (заранее подобранные так, что три из них легко объединяются в некоторую группу по понятийному признаку, а другие три — по ситуационному) и просят: «Объедините три предмета, которые больше подходят друг к другу, и скажите, какой лишний». Неопределенность инструкции является составной частью данного метода, так как исследователя интересует, какой именно критерий классификации изберет испытуемый. Рассмотрим следующий пример. Испытуемому предъявляются изображения четырех предметов: топора, пилы, полена, лопаты. Здесь возможны, по крайней мере, два варианта объединений: а) топор, пила, лопата — «орудия», «инструменты»; б) топор, пила, полено — предметы, используемые в ситуации заготовки дров. Доминирование ситуативных или понятийных обобщений, возможность переключения от одного к другому характеризуют особенности интеллектуальной деятельности испытуемых. Возможно также объединение предметов по необычным, странным на первый взгляд, но формально правильным основаниям: топор, полено и лопата объединяются потому, что в каждом слове есть буква «о». Широко используется также методика свободной классификации, при использовании которой испытуемым предъявляют целый набор различных предметов или их изображений. Это могут быть изображения различных животных, средств транспорта, представителей различных профессий — несколько десятков экземпляров. Испытуемых просят разложить карточки с изображениями предметов на группы — «что к чему больше подходит». Опять намеренно дается неопределенная инструкция, анализируется самостоятельный выбор испытуемым основания для классификации. После выполнения инструкции испытуемого просят, чтобы он укрупнил группы, объединил их. Чем более развернут поиск все новых оснований для классификации, тем более представлено самостоятельное мышление в опытах.

Более сложные методы связаны с изучением целых систем связей, которые складываются между отдельными обобщениями, отдельными понятиями, отдельными значениями. Это направление иногда называют исследованием семантических сетей, или субъективной семантики. Для психологии стало аксиоматичным положение о том, что при одной и той же предметной отнесенности значение слова может быть разным, поэтому важной задачей психологического анализа речевого мышления является поиск подходов к характеристике тех индивидуальных, субъективных значений (обобщений), которые стоят за словом у данного конкретного человека и которые могут не совпадать с теми значениями, которые фиксируются в словаре. Одним из методов является так называе-

мый ассоциативный эксперимент, который заключается в следующем: экспериментатор последовательно называет слова из заранее составленного списка, а испытуемого просят «отвечать как можно быстрее первым, пришедшим на ум словом». Условием эксперимента является состояние расслабления, готовности называть именно первое слово, которое «приходит на ум». Исследования показали, что частоты встречаемости различных ответов испытуемого не одинаковы. Например, часто встречаются такие сочетания: «поэт — Пушкин», «стол — стул», «плод — яблоко». Те ответы, которые дает каждый конкретный испытуемый, сравниваются с ответами, предварительно зафиксированными у целой группы, в результате такого сравнения можно сказать, доминируют ли у данного человека типичные, стереотипные связи или же для него характерны отклонение от этих стереотипов, тенденция к установлению необычных, оригинальных связей. Если этот эксперимент проводить в разных районах страны, с людьми разных профессий, то можно выявить зависимость семантических связей, возникающих в психике человека от образа жизни человека, характера его деятельности. Таким образом, с помощью ассоциативного эксперимента можно частично проникнуть в систему смысловых связей, возникающих у данного человека.

Методики определения понятий, сравнения понятий, классификации, ассоциирования связаны с регистрацией произвольно контролируемых ответов (речевых). Однако психология располагает и методиками изучения смысловых связей, основанными на регистрации непроизвольных реакций организма (изменение сопротивления кожи, изменение сосудистых реакций), которые являются компонентами оборонительной или ориентировочной реакции организма и позволяют получить данные о смысловых связях без обращения к отчету испытуемого. Классическим стало исследование А.Р. Лурия и О.С. Виноградовой, оказавшее большое влияние на развитие современной психолингвистики[1]. Взрослым испытуемым предлагалась серия слов, после одного из них, например «скрипка», давался легкий удар электрическим током, который вызывал непроизвольную оборонительную реакцию, выражающуюся в сужении кровеносных сосудов пальцев руки и сосудов лба. Кроме того, слова, за которыми следовал удар электрическим током,а впоследствии еще целая группа слов, стали вызывать оборонительную реакцию (феномен генерализации). Это слова, близко связанные с ним по значению: скрипка — скрипач, смычок, струна, мандолина. Другая группа слов вызывала не оборонительную, а ориентировочную (также непроизвольную) реакцию организма, выражавшуюся в сужении сосудов пальцев и расширении сосудов кожи лба. К этой группе слов относились слова, более далекие по значению от «критического» слова, подкреплявшегося электрическим током: «аккордеон», «барабан» (обозначения неструнных музыкальных инструментов), «концерт», «соната» (слова, связанные с музыкой).

[1] См.: *Slobin D.* Psycholinguistics. Berkley, 1972; Психологические исследования творческой деятельности / Ред. О.К. Тихомиров. М., 1975.

Остальные слова не вызывали ни оборонительной, ни ориентировочной реакции («нейтральные» слова). Таким образом, эксперимент позволил выявить, что вокруг каждого слова имеются как бы три семантические зоны: а) «близкая», б) «далекая», в) «нейтральная». Другими словами, семантические связи имеют определенную структуру. Как показали исследования, эти структуры не осознаются испытуемыми и изменяются при изменении общего функционального состояния (например, при утомлении). В отличие от метода ассоциативного эксперимента, этот метод позволяет подойти к объективному анализу индивидуальной семантической структуры. Возможности этого метода далеко не исчерпаны при изучении процессуального аспекта тех изменений (перестроек), которые происходят в семантических структурах при решении задачи и которые делают это решение возможным.

Еще один подход, интенсивно развиваемый в настоящее время психологами, связан с процедурой шкалирования. Приведем один только пример из исследований Е.Ю. Артемьевой[2], модифицировавшей метод семантического дифференциала, предложенный Ч. Осгудом. Экспериментальным материалом служили 8 карточек с контурными изображениями, которые представляют собой произвольно трансформированный круг, и несколько шкал, каждая из которых задана двумя полярными терминами, отражающими как свойства объектов (физические, механические), так и эмоциональные оценки. Например, в одной из шкал использовались следующие пары терминов: легкое — тяжелое, твердое — мягкое, доброе — злое, глупое — умное, активное — пассивное. Испытуемым давалась следующая инструкция: «Вам будут даны карточки со шкалами и последовательно предъявлены изображения. Ваша задача заключается в том, чтобы вы, согласно своему ощущению, поместили каждое изображение на правый или левый край шкалы». Оказалось, что для каждого изображения можно, основываясь на групповых данных, выделить несколько устойчивых свойств. Так, например, одно изображение описывалось как «легкое, доброе, очень чистое, очень холодное, молодое, умное, почти тихое, приятное, почти активное, сладкое, смелое», а другое как «громкое, быстрое, сытое, почти активное, почти горькое, сильное»[3]. Таким образом, эксперименты этого типа выявляют некоторые, повторяющиеся схемы интерпретации наблюдаемых объектов. Отклонения от этих схем могут дать сведения об индивидуальных системах значений. Эти значения интенсивно изучаются в контексте психосемантики[4].

---

[2] См.: *Артемьева Е.Ю.* Психология субъективной семантики. М., 1980.

[3] Там же. С. 11.

[4] См.: *Петренко В.Ф.* Введение в экспериментальную психосемантику: исследование форм репрезентации в обыденном сознании. М., 1983; *Шмелев А.Г.* Введение в экспериментальную психосемантику: теоретико-методологические основания и психодиагностические возможности. М., 1983.

Дж. Брунер

Стратегии приема информации при образовании понятий*

В некоторых попытках подойти к исследованию образования понятий большое внимание уделяется средствам, с помощью которых индивид может так отбирать примеры, чтобы легко и эффективно выделять признаки, полезные для формирования нужной группы предметов. <...>

Возьмем пример. На прием к врачу-неврологу приходит больной с поражением головного мозга, обнаруживающий комплекс дефектов речи, называемый афазией.

Образовывать понятие «афазия» нет необходимости, ибо оно уже существует. Этот диагноз невролог получил от диагноста, ранее обследовавшего больного. Диагноз «афазия», поставленный больному, — критерий положительного примера. Таким образом, невролог-исследователь обязан попытаться обнаружить нервные корреляты афазии. Иными словами, его задача — найти признаки, характерные для класса больных, известных под названием афазиков. <...>

Возьмем в качестве примера блестящего невролога середины XIX в. Поля Брока́[1]. Однажды при вскрытии мозга человека, страдавшего афазией, он обнаружил массивное поражение в той части коры головного мозга (называемой с тех пор в его честь зоной Брока́), которая расположена у основания третьей лобной извилины и известна как центр речи. Однако он описал только часть признаков своего больного. Согласно его описанию найденных поражений, у больного имело место размягчение мозга в левом полушарии на всем протяжении от лобной доли до теменной извилины и вниз — вплоть до верхней части височной доли. Проще сказать, разрушенной оказалась значительно большая часть, чем зона Брока́. Именно здесь проявилась главная свобода Брока́ — свобода фор-

---

* *Брунер Дж.* Психология познания. М.: Прогресс, 1977. С. 170—181, 196—198, 209.

[1] Для удобства мы позволим себе некоторые вольности в изложении истории этого сложного вопроса. Пусть извинит нас читатель, если он усмотрит здесь какие-то преувеличения. В конце концов, наши примеры можно рассматривать как вымышленные.

мулирования гипотезы. Он мог приписать афазию всей пораженной зоне или ее части. Он сделал свой выбор, предположив, что афазия вызывается поражением центра речи, т.е. знаменитой зоны Брокá. Это мнение не лишено оснований, поскольку наиболее глубокое перерождение ткани имеет место именно в этой зоне. Так или иначе, выбор сделан: неврологический определяющий признак афазии отнесен к этому конкретному «центру речи». В качестве другой крайности возьмем мнение Флуранса: никакое ограниченное поражение не вызывает афазию. В мозгу больного обнаруживаются определенные поражения, однако обычная картина протекания афазии является в конечном счете результатом взаимодействия между пораженными и здоровыми зонами. <...>

Первое и очевидное условие любой гипотезы состоит в том, что при сравнении с некоторым новым событием, с которым она сопоставима, судьба гипотезы определяется одним из четырех логически возможных способов. Вернемся вновь к Полю Брокá. Итак, он высказал свою гипотезу о решающей роли центра речи. У каждого встречаемого им нового больного этот центр может оказаться сохранным или пораженным. И в то же время этот больной может иметь симптомы афазии или их не иметь. Таким образом, Брокá имел перед собой четыре альтернативы:

Речевая зона	*Симптоматика*
Разрушена	Афазия
Цела	Афазия
Цела	Нет афазии
Разрушена	Нет афазии

Очевидно, что в двух из этих альтернатив его гипотеза подтверждается или, по крайней мере, не опровергается. Больной с признаками афазии и поражением центра речи ее подтверждает. Больной без афазии и с сохранным центром речи, во всяком случае, не опровергает ее, но два случая из четырех для гипотезы Брокá неблагоприятны. Больной с афазией и непораженным центром речи опровергает ее, равно как и тот, у которого центр речи разрушен, но отсутствуют признаки афазии. Воспользуемся на время медицинской терминологией и будем называть положительным случай, когда признаки болезни налицо, и отрицательным — когда эти признаки отсутствуют. Как положительный, так и отрицательный случаи могут и подтверждать, и опровергать действующую гипотезу. При таком рассуждении Поль Брокá может встретиться с четырьмя следующими возможностями:

Положительное подтверждение: больной афазией с пораженным центром речи.

Положительное опровержение: больной афазией с сохранным центром речи.

Отрицательное подтверждение: субъект, не страдающий афазией, с сохранным центром речи.

Отрицательное опровержение: субъект, не страдающий афазией, с пораженным центром речи.

Хорошая стратегия приема информации состоит в умении надлежащим образом видоизменять гипотезы при встрече с любым из этих случаев. Разумеется, на еще более примитивном уровне она выражается в способности обнаружить существование этих случаев и сформулировать свои гипотезы таким образом, чтобы при встрече с любым из них знать, надо ли менять гипотезы и как это следует делать.

Одна парадигма и две стратегии

Для того чтобы воспроизвести в лаборатории некоторую процедуру, сравнимую с приведенными выше примерами, необходимы четыре условия. Во-первых, необходимо построить некоторую систему примеров, сходных друг с другом в одних отношениях и различающихся в других, так чтобы можно было группировать примеры различными способами. Во-вторых, индивид должен встречаться с примерами в определенном порядке, который он не может изменить. В-третьих, индивид должен знать о каждом примере, положительный он или отрицательный, т.е. представляет ли он данное понятие или нет. И наконец, в-четвертых, ему должна быть предоставлена свобода при каждой встрече с примером формулировать и видоизменять гипотезы. При таких условиях постановка задачи не представляет трудности. Выбирается некоторое понятие, подлежащее образованию, и испытуемому предъявляют один за другим серию примеров, представляющих и не представляющих данное понятие. Его цель — сформулировать гипотезу, пользуясь которой можно отличать первые от вторых.

Начнем с примеров, подобных представленным на рис. 1. Это карточки с четырьмя признаками, каждый из которых принимает три значения, например два красных квадрата и три каемки или один черный крест и две каемки. Мы берем за исходное какое-то понятие, скажем «черная фигура», и, предъявляя испытуемому по одному примеру, спрашиваем его, относится ли эта фигура к данному понятию, т.е. является ли данный пример положительным или отрицательным. После каждой карточки испытуемому предлагается высказать гипотезу о содержании понятия. Таким образом, каждый раз он знакомится с новой карточкой и формулирует некоторую гипотезу. При этом экспериментатор никак не комментирует происходящее. Любая очередная карточка отвечает по необходимости одному из четырех упомянутых выше возможных случаев. Она может быть либо положительным примером, либо отрицательным. И независимо от этого она может подтверждать или опровергать предварительно принятую испытуемым гипотезу о содержании задуманного понятия.

Прежде чем мы познакомимся с тем, как ведет себя испытуемый, поставленный перед такой проблемой, нам, вероятно, следует рассмотреть те идеальные стратегии, которые здесь применимы. Во-первых, имеется оправданная (исходная, частная) гипотеза, полезная как для максимизации получаемой ин-

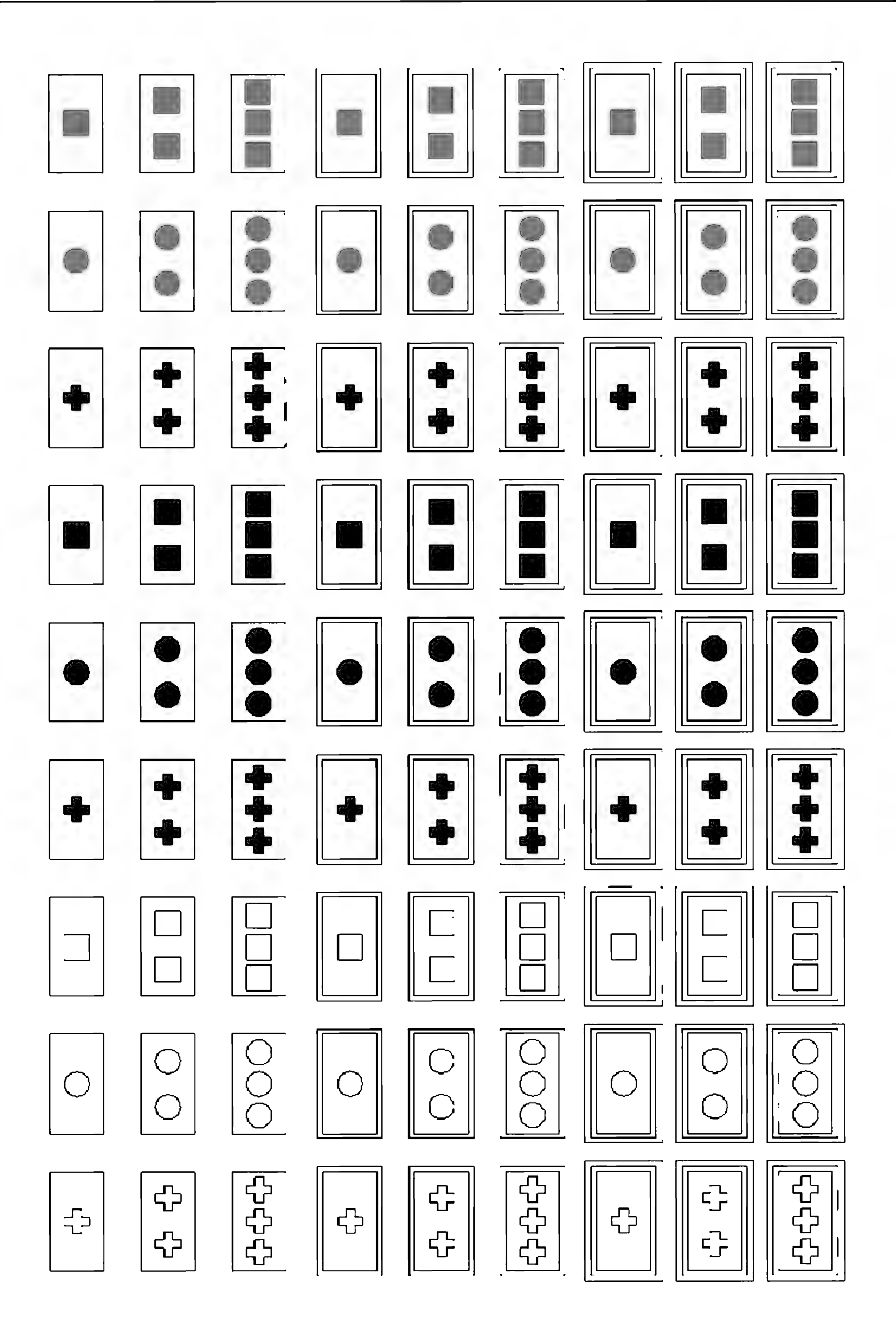


Рис. 1. **Набор примеров, составленных из комбинаций четырех признаков с тремя различными значениями**

Светлые фигуры — зеленые; затемненные — красные; сплошные — черные

формации, так и для снижения нагрузки на память и логическое мышление. Те неожиданно простые правила видоизменения гипотезы, которые дает эта стратегия, лучше всего можно показать на конкретном примере.

Клиницист начинает, скажем, с исследования афазика, имеющего тяжелое мозговое поражение — разрушены с 1-й по 6-ю зоны. Он выдвигает свою первую гипотезу: афазия вызывается поражением всех шести зон. Если после этого он встретит положительный подтверждающий пример (второго больного афазией с точно таким же поражением мозга), он оставит эту гипотезу в силе. Если же он встретит отрицательный подтверждающий пример (субъект, не страдающий афазией, у которого все эти зоны не поражены), он также сохранит ее. Единственный случай, когда он вынужден изменить свою гипотезу, — это положительный опровергающий пример. Таким примером может быть больной афазией с пораженными зонами с 4-й по 6-ю. При таких обстоятельствах он видоизменяет свою исходную гипотезу, сохраняя в ней лишь ту часть, которая не противоречит вновь встреченному примеру. Общую часть старой гипотезы и нового положительного примера определить нетрудно.

Старая гипотеза: поражение зон 1-й, 2-й, 3-й, 4-й, 5-й и 6-й вызывает афазию.

Новый положительный пример: больной афазией с пораженными зонами 4-й, 5-й, 6-й и сохранными 1-й, 2-й, 3-й.

Таким образом, наш клиницист выбирает в качестве новой гипотезы следующую: поражение зон 4-й, 5-й и 6-й вызывает афазию.

Рассмотрим теперь эти правила в более абстрактной форме. Центральную роль играет первое правило: принять в качестве первоначальной гипотезы все содержание первого положительного примера. Остальные правила сформулировать уже совсем легко. Они таковы:

	Положительный пример	Отрицательный пример
Подтверждающий	Оставить в силе действующую гипотезу	Оставить в силе действующую гипотезу
Опровергающий	Принять в качестве новой гипотезы общую часть содержания старой и данного примера	Невозможно иначе, как в случае просчета. В этом случае — сопоставить гипотезу с предыдущими примерами, сохранившимися в памяти

Следуя этой процедуре, испытуемый должен прийти к правильному понятию при минимальном числе встреченных примеров. Кроме первого правила о принятии первого положительного примера целиком в качестве гипотезы, стратегия содержит всего два дополнительных правила:

1) для каждого положительного подтверждающего примера сохранить в данной гипотезе только то общее, что она имеет с этим примером;

2) все прочее оставить без внимания. <...>

Ради краткости изложения ниже мы будем называть только что описанную идеальную стратегию целостной, поскольку она состоит в принятии в качестве первой гипотезы всего содержания первого встреченного примера, после чего строго выполняются указанные выше правила ограничений. Иногда мы будем также называть эту стратегию просто «ограничениями» или «фокусировкой».

Как и в случае выбора порядка, здесь возможны также стратегии сканирования. Они могут быть двух видов. <...>

Эта стратегия начинается с выбора некоторой гипотезы относительно части содержания первого встреченного положительного примера. Когда впоследствии встречается некоторый пример, не подтверждающий гипотезу, индивид старается изменить ее, возвращаясь ко всем уже встреченным примерам и внося соответствующие модификации. Иначе говоря, он делает ставку на какое-то свойство этого объекта, выбирая его в качестве основы для своей гипотезы о том, почему данный пример является представителем данной категории, т.е. почему он положителен. До тех пор пока следующие объекты также будут обнаруживать это свойство, гипотеза остается в силе, равно как и в случае, если предметы, не относящиеся к этой категории, лишены этого свойства. Но как только встречается пример, опровергающий эту гипотезу, она изменяется. Изменение осуществляется с максимальным учетом предшествующих событий. Теперь испытуемый стремится сформулировать такую гипотезу, которая была бы совместима со всеми встреченными до сих пор примерами. Для этого ему необходимо либо воспользоваться системой записей хода решения, либо положиться на свою память. Рассмотрим конкретно, как он поступает в каждом из возможных случаев.

Случаи, подтверждающие гипотезу, обрабатываются по правилам целостной стратегии. Испытуемый оставляет в силе действующую гипотезу. Случаи же, опровергающие гипотезу, ставят ее под сомнение, поскольку требуют восстановления в памяти встреченных ранее примеров.

В итоге стратегия сканирования принимает следующий вид: процесс начинается с выделения некоторой части содержания первого положительного примера, взятого в качестве гипотезы. Остальные правила можно представить в виде уже знакомой нам таблицы:

	Положительный пример	Отрицательный пример
Подтверждающий	Оставить в силе действующую гипотезу	Оставить в силе действующую гипотезу
Опровергающий	Изменить гипотезу так, чтобы она не противоречила предыдущим примерам, т.е. выбрать гипотезу, которая еще не была опровергнута	Изменить гипотезу так, чтобы она не противоречила предыдущим примерам, т.е. выбрать гипотезу, которая еще не была опровергнута

Для обозначения этой процедуры мы будем пользоваться выражением «парциально сканирующая стратегия» или иногда просто «парциальная стратегия»,

Подытожим теперь кратко различия между этими двумя стратегиями.

1. Парциальное сканирование, очевидно, предъявляет более серьезные требования к памяти и выводам, чем это делает стратегия «фокусировки». Целостная гипотеза изменяется на каждой ступени процесса в результате учета информации, извлеченной из очередных встреченных примеров. Испытуемому не надо припоминать ни предшествующих гипотез, ни отношений между ними. Гипотеза, используемая им в данный момент, — это нарастающий итог всех гипотез. Прибегать к услугам памяти следует лишь в случае необходимости исправления допущенной ошибки. Если же субъект сканирует, исходя из отдельного частного признака, то он с неизбежностью станет обращаться к памяти (или к записям) всякий раз, как встретит опровергающий пример.

2. От объема содержания, использованного в исходной гипотезе, т.е. от того, берется ли за исходную целая гипотеза или ее часть, зависит распределение вероятностей встречи четырех различных случаев. Наиболее характерной чертой этой арифметической случайности является то, что испытуемый, придерживающийся «целостной» стратегии, неукоснительно следующий всем правилам своей стратегии, может никогда не встретить наиболее драматичного в психологическом отношении случая отрицательного опровержения.

3. Чтобы достигнуть успеха, «сканирующий» субъект должен быть начеку и не упускать ни одного из свойств встречаемых примеров, ибо он может оказаться вынужденным пересмотреть в их свете свою гипотезу. Подобной бдительности и объема внимания не требуется от того, кто принимает стратегию «фокусировки»: ему нет нужды обращаться к встреченным ранее примерам, коль скоро он уже использовал их для исправления своей гипотезы. Если угодно, «сканирующий» субъект должен сохранять неослабный интерес к предмету, «фокусирующему» же субъекту достаточно заниматься одной своей гипотезой.

Так обстоит дело с идеальными стратегиями. Из сказанного вытекают следующие три цели, встающие перед исследованием, к которому мы вскоре обратимся:

а) Необходимо выяснить, в какой степени реальное поведение отвечает идеальной стратегии и в какой степени человек поступает подобно Брока́ или Флурансу в зависимости от решаемой задачи и от встреченного примера.

б) Необходимо исследовать различия в поведении при большом разнообразии задач, различающихся величиной вызываемой ими перегрузки познавательных способностей.

в) Наконец, необходимо сформулировать некоторые вопросы относительно эффективности обеих стратегий при различных условиях работы. Мы знаем, например, что сканирование в большей степени зависит от памяти и вывода, чем фокусирование. Как это должно влиять на успех (или же неудачу) в образовании понятий?

План эксперимента

Опишем вкратце наши экспериментальные операции, с тем чтобы сопоставить их с некоторыми классическими исследованиями. Вначале испытуемому полностью объясняется сущность задачи. Как было отмечено выше, имеется некоторый набор примеров, обладающих определенной структурой. Испытуемому предъявляются один за другим примеры из этого набора, каждый из которых либо положителен, либо отрицателен. Первым предъявляется, как правило, положительный пример. Каждый раз испытуемого просят сформулировать гипотезу правильного отнесения понятия: что представляет собой класс, пример которого иллюстрирует первая положительная карточка? Примеров предъявляется, по меньшей мере, столько, сколько логически необходимо, чтобы исключить все гипотезы, кроме истинной. Испытуемый никогда не имеет перед собой больше одного примера; на все вопросы, связанные с предшествующими примерами, экспериментатор ответов не дает; вести какие-либо записи также запрещено. Кроме того, испытуемому заранее объясняют, какие признаки примеров его должны интересовать (форма фигур, изображенных на карточке, их цвет, количество и т.п.)[2]. <...>

Сравнение эффективности стратегий

Какая стратегия приводит к успеху надежнее и чаще? Разумеется, строгое следование правилам непременно приводит к успеху при любой стратегии. Однако всякий представитель целостной стратегии время от времени нарушает правила фокусировки, как и всякий представитель парциальной стратегии — правила сканирования.

Если сравнивать успехи представителей обеих групп, исходя из их реально наблюдаемого стратегического поведения, то преимущество оказывается на стороне представителей целостной стратегии. Но в действительности вопрос надо ставить так: при каких условиях та или иная стратегия более эффективна? <...>

На рис. 2 видно, что увеличение числа признаков задачи в самом деле является источником повышения ее трудности. Не удивительно поэтому, что представители целостной стратегии более эффективно решают задачи любых уровней трудности. Решающим оказывается то обстоятельство, что в этом случае испытуемому легче следовать всем правилам фокусирования. На всех уровнях трудности большее число людей способно строго придерживаться правил фокусировки, чем правил последовательного сканирования, эффективность которых ограничена способностью к запоминанию. Единственное объяснение, которое

[2] Мы выражаем особую признательность Мери Кроуфорд Поттер за ее помощь в составлении плана эксперимента и в его проведении, а также в разработке техники анализа его результатов.

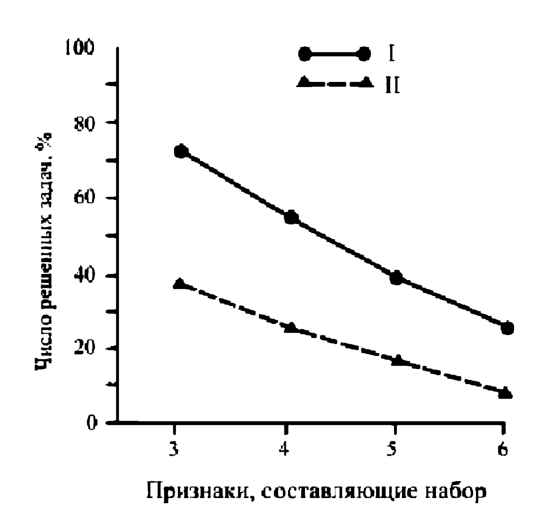


Рис. 2. Число задач, начатых с целостной или парциальной гипотезы и решенных в зависимости от числа признаков задачи (%): I — целостная гипотеза; II — парциальная гипотеза

мы можем дать тому факту, что представители сканирующего метода недостаточно рано выходят из игры при увеличении трудности задач, состоит в том, что время экспозиции в нашем эксперименте слишком мало. При увеличении числа признаков и повышении частоты следования примеров представителю фокусирующей стратегии становится так же трудно вспомнить свою гипотезу, как представителю сканирующей стратегии — свои прежние примеры. Мы не имеем прямого доказательства этого объяснения, но оно представляется нам разумным. <...>

В заключение необходимо сформулировать еще одно положение общего характера. Имея дело с задачей, при которой произвольно избранная последовательность операций приводит к образованию понятий, человек ведет себя в высшей степени организованно и разумно. Концепция стратегии дала возможность показать это.

Дж. Андерсон

Умозаключение относительно условных высказываний*

Умозаключение относится к процессам, с помощью которых люди выводят новое знание из того, что они уже знают. Таким образом, если я знаю, что школа, в которую ходят мои дети, закрывается, когда выпадает четыре дюйма снега, и я знаю, что прошел такой снегопад, то я могу сделать вывод, что школа будет закрыта. Или если я обнаруживаю, что, когда я нажимаю «пятнадцать» и «пуск», микроволновая печь работает 15 *с*, то у меня есть основание предположить, что, если я нажму «тридцать» и «пуск», микроволновка будет работать 30 *с*. Часто информация, которую нам сообщают, сама по себе недостаточна, чтобы принять решение и предпринять необходимые действия. Но, чтобы получить необходимую информацию, мы способны делать выводы из того, что нам сообщили.

Психологические исследования умозаключения имеют давнюю и сложную связь с логикой. *Логика* — это раздел философии и математики, в котором ставится цель формально определить правильное доказательство. Чтобы понять психологические исследования умозаключения, мы должны понять связь этих исследований с логикой. До XX столетия логика и психология мышления часто считались одним и тем же. Известный ирландский математик Джордж Буль назвал свою книгу по логическому исчислению «Исследование законов мышления»[1]. Эта книга предназначалась, «прежде всего, чтобы исследовать фундаментальные законы тех умственных операций, с помощью которых осуществляется умозаключение». Конечно, люди не всегда действуют согласно предписаниям логики, но такие ошибки рассматривались как сбои в работе умственных механизмов, которые подчинялись законам логики, когда работали должным образом. Пытаясь улучшать свою умственную деятельность, люди пытались тренировать свою логику. Сто лет назад раздел «когнитивные процессы» в учебнике психологии обычно был посвящен «логическому мышлению». Тот

* *Андерсон Дж.* Когнитивная психология. СПб.: Питер, 2002. С. 304-308.

[1] См.: *Boole G.* An investigation of the lows of thought. L.: Walton and Maberly, 1854.

факт, что лишь одна глава в этой книге посвящена умозаключению, отражает современное понимание того, что большая часть человеческого мышления не может считаться логическим умозаключением ни в каком разумном смысле.

Многие исследования дедуктивного мышления проводились ради сравнения действий человека с предписаниями логики. В таких экспериментах предъявлявшиеся испытуемым проблемы рассматривались в терминах, используемых в логике. Эта связь между логикой и умозаключением в лучшем случае была отчасти оправданной. Исследования в области логики касаются обоснованности доказательств и полезны для понимания таких областей знаний, как математика и науки, в основе своей зависящие от логического вывода. Но нет никакой причины предполагать, что логика имеет тесную связь с когнитивными процессами, лежащими в основе человеческого мышления. <...>

Мы начнем с обсуждения *дедуктивных умозаключений,* которые следует отличать от *индуктивных умозаключений*. Дедуктивные умозаключения связаны с выводами, которые с уверенностью следуют из исходных посылок, тогда как индуктивные умозаключения связаны с выводами, которые следуют из исходных посылок с некоторой вероятностью. Чтобы проиллюстрировать это различие, предположим, что кому-то говорят: «Фред — брат Мэри» и «Мэри — мать Лизы». В таком случае можно сделать вывод, что «Фред — дядя Лизы» и что «Фред старше, чем Лиза». Первый вывод, «Фред — дядя Лизы», будет правильным дедуктивным умозаключением, дающим определение семейного отношения. С другой стороны, второй вывод, «Фред старше, чем Лиза», — это обоснованное индуктивное умозаключение, т.к. возможно, что это утверждение истинно. Но этот вывод не будет являться правильным дедуктивным умозаключением, так как он не обязательно истинен.

Наша первая тема будет посвящена дедуктивным умозаключениям, включающим логическую связку «если». *Условное утверждение* — это такое суждение, как «Если вы прочитаете эту главу, то будете более осведомленным». Часть, включающая связку «если» («вы прочитаете эту главу»), называется *антецедентом,* а часть, включающая «то» («вы будете более осведомленным»), — *следствием*. Самое существенное правило о том, как делать выводы в логике условных высказываний, известно как *модус поненс*. Оно позволяет вывести следствие из условного утверждения, если нам дан антецедент. Таким образом, имея суждение: «Если А, то Б» и суждение А, мы можем вывести Б. Например, предположим, нам дано следующее:

1. Если Джоан поняла эту книгу, то она получит хорошую оценку.
2. Джоан поняла эту книгу.

Из посылок 1 и 2 мы можем вывести суждение 3, используя *модус поненс*:

3. Джоан получит хорошую оценку.

Это пример обоснованного логического вывода. Используя слово «обоснованный», мы имеем в виду, что при условии, что посылки 1 и 2 истинны,

следствие 3 должно быть истинным. Этот пример также иллюстрирует искусственность применения логики к ситуациям повседневной жизни. Как можно с достоверностью узнать, поняла ли Джоан книгу? Об этом можно говорить лишь с определенной вероятностью. Даже если Джоан действительно поймет книгу, то, что она получит хорошую оценку, остается только вероятным, но не достоверным. Тем не менее, испытуемых просят не задумываться над этим и считать, что речь идет о несомненных фактах. Точнее, их просят сделать вывод о том, что наверняка последует, если эти факты являются несомненными. Испытуемые не считают нужным следовать этим довольно-таки странным инструкциям, но, как мы увидим в дальнейшем, они не всегда способны сделать логически правильные выводы.

Еще одно правило вывода известно в логике как *модус толленс*. Это правило гласит, что если мы имеем суждение *А подразумевает Б* и факт, что *Б неверно,* то мы можем сделать вывод, что А *неверно*[2]. Ниже следует упражнение на вывод, который требует применения *модуса толленс*. Представьте, что нам даны следующие посылки.

4. Если бы Джоан поняла эту книгу, она бы получила хорошую оценку.
5. Джоан не получила хорошую оценку.

Тогда, согласно *модусу толленс*, из посылок 4 и 5 следует, что

6. Джоан не поняла эту книгу.

Заключение может показаться читателю не совсем убедительным, потому что в реальной жизни такие утверждения обычно не рассматриваются как безусловно верные. <...>

Довольно много исследований касались того, каким способом испытуемые делают выводы на основе таких условных утверждений[3]. Испытуемым предъявлялись типичные утверждения нейтрального содержания, чтобы предотвратить влияние предпосылочных убеждений на результат.

1. Если мяч покатится налево, то загорится зеленая лампочка.
   Мяч катится налево. Следовательно, зеленая лампочка загорится.
2. Если мяч покатится налево, то загорится зеленая лампочка.
   Мяч не катится налево. Следовательно, лампочка не загорится.

---

[2] Модус поненс выводит следствие из антецедента, модус толленс выводит отрицание антецедента из отрицания следствия.

[3] См.: *Marcus S.L, Rips L.J.* Conditional reasoning // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1979. Vol. 18. P. 199—223; *Rips L.J., Marcus S.L.* Supposition and the analysis of conditional sentences // Cognitive processes in comprehension / M.A. Just, P.A. Carpenter (Eds.). Hillsdale: Erlbaum, 1977; *Staudenmayer H.* Understanding conditional reasoning with meaningful propositions // Reasoning: Representation andprocess in children and adults / R.J. Falmagne (Ed.). Hillsdale: Erlbaum, 1975; *Taplin J.E.* Reasoning with conditional sentences // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1971. Vol. 10. P. 218—225; *Taplin J.E., Staudenmayer H.* Interpretation of abstract conditional sentences in deductive reasoning // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1973. Vol. 12. P. 530—542.

Такие предложения называются *условными силлогизмами*. Испытуемых просят оценить, верны или нет выводы силлогизмов. В приведенных выше примерах первый вывод сделан верно, а второй неверно.

В абстрактной форме мы можем представить эти силлогизмы в следующей нотации:

$$1.\ \begin{array}{c} P \supset Q \\ \underline{P\quad} \\ \therefore Q \end{array} \qquad 2.\ \begin{array}{c} P \supset Q \\ \underline{\sim P\quad} \\ \therefore \sim Q \end{array},$$

где символ $\supset$ обозначает следствие , а символ ~ — отрицание.

Таблица 1

Процентное соотношение ответов для восьми типов условных силлогизмов

Силлогизмы	Всегда	Иногда	Никогда
1. $P \supset Q$; P; $\therefore Q$	100[a]	0	0
2. $P \supset Q$; P; $\therefore \sim Q$	0	0	100[a]
3. $P \supset Q$; $\sim P$; $\therefore Q$	5	79[a]	16
4. $P \supset Q$; $\sim P$; $\therefore \sim Q$	21	77[a]	2
5. $P \supset Q$; Q; $\therefore P$	23	77[a]	0
6. $P \supset Q$; Q; $\therefore \sim P$	4	82[a]	14
7. $P \supset Q$; $\sim Q$; $\therefore P$	0	23	77[a]
8. $P \supset Q$; $\sim Q$; $\therefore \sim P$	57[a]	39	4

а — правильный ответ. Адаптировано из: *Rips L.J., Marcus S.L.* Supposition and the analysis of conditional sentences // Cognitive processes in comprehension / M.A. Just, P.A. Carpenter (Eds.). Hillsdale: Erlbaum, 1977.

Рассмотрим показательный эксперимент, проведенный Рипсом и Маркусом[4], в котором студенты Чикагского университета получили задание оценить восемь типов силлогизмов, приведенных в табл. 1. Хотя силлогизмы в табл. 1 представлены абстрактно, испытуемым предъявлялись конкретные утверждения — такие, как те, что были даны ранее. Испытуемые должны были оценить, было ли заключение при данных посылках всегда верным, иногда верным или никогда не верным. В таблице показано процентное соотношение ответов в каждой категории для каждого типа силлогизма.

Силлогизмы 1 и 2 в таблице показывают, что испытуемые смогли довольно успешно применить *модус поненс*. Но у них были намного большие сложности с *модусом толленс*, который требует сделать правильные выводы для силлогизмов 7 и 8. В среднем по силлогизмам 7 и 8, вместе взятым, более 30 % испытуемых не смогли понять, что из отрицания во второй части условного высказывания можно вывести отрицание первой части. Испытуемые также обнаружили определенную тенденцию к заблуждениям — заключениям, которые не следуют из посылок. Силлогизмы 3 и 4 являются примером заблуждения при условных умозаключениях, известного как *отрицание антецедента*. Почти 20 % испытуемых считали, что можно заключить, что *Q* неверно, если мы знаем, что *Если P, то Q* и что *Неверно P*. Силлогизмы 5 и 6 представляют тенденцию к заблуждению, известному как *подтверждение следствия*. По этим причинам почти 20 % испытуемых считали, что мы можем заключить, что *Верно P*, зная, что *Если P, то Q* и что *верно Q*.

Похоже, что один из источников заблуждений, показанных в проблемах с 3-ей по 6-ую, состоит в том, что испытуемые не интерпретируют условные высказывания таким же образом, как это делают логики. Это различие было продемонстрировано в серии экспериментов Таплина и Стауденмайера[5]. Они показали, что многие испытуемые интерпретировали условные высказывания как двустороннюю условную зависимость, по терминологии логики. Двусторонняя условная зависимость однозначно представлена в английском языке довольно странной конструкцией *если и только если (if and only if)*. Например:

> Израиль готов использовать ядерное оружие, если только ему будет грозить полное уничтожение.

При двусторонней условной зависимости, если первая или вторая посылка верна, другая также будет верна. Подобным же образом, если первая или вторая посылка неверна, другая также будет неверна.

---

[4] См.: *Rips L.J., Marcus S.L.* Supposition and the analysis of conditional sentences // Cognitive processes in comprehension / M.A. Just, P.A. Carpenter (Eds.). Hillsdale: Erlbaum, 1977.

[5] См.: *Taplin J.E.* Reasoning with conditional sentences // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1971. Vol. 10. P. 218—225; *Staudenmayer H.* Understanding conditional reasoning with meaningful propositions // Reasoning: Representation and process in children and adults / R.J. Falmagne (Ed.). Hillsdale: Erlbaum, 1975; *Taplin J.E., Staudenmayer H.* Interpretation of abstract conditional sentences in deductive reasoning // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1973. Vol. 12. P. 530—542.

Г. Глейтман,
А. Фридлунд,
Д. Райсберг

Мыслительный процесс: рассуждение и принятие решения*

Еще одна форма решения задач представляет особый интерес. Это *рассуждение*, цель которого заключается в том, чтобы определить, какие выводы можно сделать из конкретных предпосылок или исходных положений. <...>

Дедуктивное рассуждение

При дедуктивном рассуждении человек пытается установить, можно ли вывести конкретное заключение из имеющихся предпосылок. По мнению логиков, валидность дедукции зависит от небольшого количества правил, уложенных в рамки четких логических отношений. Но следуют ли люди этим правилам?

Классическим примером дедуктивного рассуждения служит *анализ силлогизмов* — операция, восходящая к Аристотелю. Каждый силлогизм содержит две предпосылки и заключение. Вопрос состоит в том, истинно или ложно заключение, выведенное из предпосылок (рис. 1).

Вот два примера таких силлогизмов:

Все А есть В.
Все В есть С.
———————————
Следовательно, все А есть С.
(*Заключение истинно.*)

---

* *Глейтман Г., Фридлунд А., Райсберг Д.* Основы психологии. СПб.: Речь, 2001. С. 381—390.

Все А есть В.
Некоторые В есть С.
Следовательно, все А есть С.
(*Заключение ложно.*)

Ниже приведены те же самые силлогизмы, воплощенные в конкретных примерах.

Все произведения искусства прекрасны.
За всеми прекрасными вещами нужно ухаживать.
Следовательно, за всеми произведениями искусства нужно ухаживать.
(*Заключение истинно.*)

Все произведения искусства красивы.
Некоторые красивые вещи стоят дорого.
Следовательно, все произведения искусства стоят дорого.
(*Заключение ложно.*)

Заметим, что истинность заключений этих (или любых других) силлогизмов зависит лишь от того, подчиняется ли заключение, выведенное из предпосылок, законам логики. Истинность или ложность предпосылок не имеет отношения к истинности самого заключения. Например, заключение следующего силлогизма, хотя и выведенное из абсолютно ложных предпосылок, является логически истинным.

Все произведения искусства сделаны из бобов.
Все, что сделано из бобов, можно превратить в часы.
Следовательно, все произведения искусства можно превратить в часы.
(*Заключение истинно.*)

До XIX в. большинство философов были убеждены в том, что способность оценивать силлогизмы является неотъемлемой частью человеческого разума. Некоторое разочарование вызвали результаты психологических экспериментов, показавшие, что ученики делают огромное количество ошибок при оценке силлогизмов. Точнее, их оценка варьировалась в зависимости от тех или иных факторов, и некоторые силлогизмы казались им легче, чем другие. (Последний из приведенных выше силлогизмов оказался одним из легких; а вот ложный силлогизм — одним из самых трудных). Испытуемые были также более точными, если силлогизм задавался конкретным примером, нежели абстрактными понятиями. Тем не менее, при оценке истинности или ложности силлогизмов ошибки были частыми, иногда достигая уровня 80%[1].

[1] См.: *Gilhooly K.* Thinking: Direct, undirected and creative. N.Y.: Academic Press, 1988.



Рис. 1. Дедуктивное рассуждение

Более того, ошибки участников не были результатом лишь простой невнимательности. Оценив силлогизмы, они опирались на системные стратегии, которые часто заводили их в тупик. Например, испытуемые чаще оценивали заключение как истинное, если оно казалось им правдоподобным, — абсолютно независимо от того, следовало ли заключение логически из имеющихся предпосылок. Так, они чаще соглашались с заключением «за всеми произведениями искусства нужно ухаживать» в первом примере, чем с заключением «все произведения искусства можно превратить в часы». Оба заключения логически вытекают из своих предпосылок, однако первое правдоподобно и поэтому чаще определялось как истинное.

В некоторых случаях это полезная стратегия: испытуемые делали все возможное, чтобы оценивать заключения силлогизмов, исходя из всего того, что они знали. Однако в то же время эта стратегия означает полное непонимание законов логики. Силлогизм вовсе не говорит нам о том, что заключение есть истина. Он просто говорит о том, что заключение следует (или не следует) из данных предпосылок. Стратегия, используемая многими людьми, показывает, что они не понимают этого. Эта стратегия заставляет их считать заключение истинным, если они с ним согласны, даже если исходные предпосылки не поддерживают его; и считать ложным заключение, с которым они не согласны, даже если оно логически следует из имеющихся предпосылок.

Индуктивное рассуждение

При дедуктивном рассуждении мы идем от общего к частному. Мы отталкиваемся от общего правила (Все люди смертны) и оцениваем, применимо ли это к конкретному случаю (Смит — человек). Однако большинство наших рассуждений носят *индуктивный* характер, при котором процесс идет в обратном направлении: мы идем от частного к общему. Мы рассматриваем множество различных случаев и пытаемся *вывести* общее правило, объединяющее все эти случаи.

Индуктивное рассуждение лежит в основе научной деятельности, поскольку цель науки состоит в определении общих законов, которые определяют внеш-

не совершенно несопоставимые, частные явления. Сначала ученые постулируют гипотезу — вероятностное суждение о законах окружающего мира — и потом пытаются подтвердить ее. Однако гипотезы выдвигаются и обычными людьми, которые пытаются понять (и таким образом предсказать, или даже изменить) порядок событий. Мы замечаем удрученность друга и выдвигаем гипотезу, объясняющую его уныние. Мы не можем завести автомобиль и выдвигаем гипотезу о том, что именно в нем неисправно. Выдвинутая гипотеза может и не подтвердиться, но она, тем не менее, является попыткой решить частную задачу с помощью какого-либо общего правила.

Суждение на основе частоты

На основе чего мы выдвигаем гипотезы — о настроении друга, о причине неисправности автомобиля или о возможных будущих действиях политика? Во многих случаях это сильно зависит от характера фактов из прошлого. Насколько часто политик сдерживал свои обещания? Как часто бессонница была причиной плохого настроения друга? Сколько раз регулировка зажигания помогала завести автомобиль? И сколько раз это не помогало?

Подобные вопросы часто создают базу для выдвижения гипотезы: мы спрашиваем себя, насколько часто случалось то или иное событие, и используем это для определения вероятности того, что произойдет в будущем. Таким образом, гипотезы (и в сфере науки, и в повседневной жизни) зависят от частоты — оценки того, насколько часто мы сталкиваемся с событием или предметом.

Факты свидетельствуют о том, что мы нередко определяем частоту с помощью простой стратегии: мы пытаемся вспомнить конкретные случаи, имеющие отношение к нашей гипотезе; политиков, сдержавших свои обещания, или друзей, которые были не в настроении после бессонной ночи. Если примеры легко приходят нам на ум, мы делаем вывод, что эта ситуация является распространенной; если примеры вспоминаются только после значительного усилия, мы заключаем, что этот случай редок. Эту стратегию можно рассматривать как эвристику доступности, поскольку для вынесения суждения мы используем доступность примеров как основу для оценки вероятности.

Эта стратегия довольно эффективна. Задайте себе вопрос: большинство ваших друзей — мужчины или женщины? Если первые шесть человек, пришедшие вам в голову, оказались мужчинами (или если это — четыре женщины и двое мужчин), вы сделаете очевидный вывод и, вероятно, будете правы. Однако в других условиях эта стратегия может привести к ошибке. В одном из экспериментов участников спросили: учитывая все слова английского языка, в какой позиции чаще встречается буква *R* — в начале слова (*rose, robot, rocket*) или в третьей позиции (*care, strive, tarp*)? Больше 60% участников ответили, что *R* чаще находится в начале слова, хотя на самом деле правильно обратное, причем разница довольно велика.

Причина этой ошибки кроется в доступности примеров. Испытуемые вынесли свое суждение, попытавшись вспомнить слова, где первой буквой была *R*, и они легко пришли им на ум. Затем они попытались вспомнить слова, где буква *R* была третьей, и это далось им с некоторым усилием. Эта разница в легкости извлечения информации из памяти показала лишь то, что словарь нашей памяти — так же как и печатные словари — организован в соответствии с первым звуком в слове, поэтому нам легче осуществлять поиск слов, начинающихся с известной первой буквы. Ответы испытуемых отразили ту информацию, которая им более доступна, даже если она, как в данном случае, совершенно не соответствует действительности[2].

Экстраполирование имеющихся наблюдений

Эвристика доступности используется при анализе широкого круга ситуаций, включая и те случаи, когда мы пытаемся вынести суждение большой значимости. Поэтому неприятно сознавать, что эта полезная стратегия может привести к ошибке. То же можно сказать и о еще одной стратегии, которую мы используем при обобщении полученной информации.

Множество категорий, с которыми мы сталкиваемся, имеют идентичные признаки: люди не сильно различаются по количеству пальцев или ушей, все птицы имеют перья, во всех комнатах в гостиницах есть стулья. Такая идентичность может показаться тривиальной, но она имеет большое значение: позволяет нам экстраполировать наблюдения, и таким образом мы знаем, чего ожидать, когда в следующий раз увидим птицу или войдем в гостиничный номер.

Такое экстраполирование, основанное на предполагаемой идентичности признаков, в общем-то благоразумно, но мы часто переоцениваем эту стратегию, экстраполируя наблюдения даже тогда, когда этого явно не стоит делать. Другими словами, мы становимся жертвами *эвристической репрезентативности* — стратегии, которая предполагает, что каждый случай является типичным для всего класса. Использование этой стратегии становится очевидным, когда кто-то приводит в качестве доказательства следующий аргумент: «Почему вы считаете, что сигареты вызывают рак? У меня есть тетушка, которая курит сигареты и совершенно здорова в свои 82 года!». Подобные аргументы часто приводятся в спорах и даже на страницах учебников, они черпают свою силу в нашей чрезмерной склонности делать общие выводы из единичного случая. Мы действуем так, как будто тетушка рассказчика является типичным представителем всех курильщиков, хотя есть все основания подозревать, что это не так.

[2] См.: *Tversky A., Kahneman D.* Availability: A heuristic for judging frequency and probability // Cognitive Psychology. 1973. Vol. 5. P. 207–232.

В лабораторных условиях участники эксперимента очень часто делают обобщения на основе единичного случая, даже когда их предупреждают, что этот случай никоим образом не типичен. В одном из исследований участники смотрели видеозапись интервью с охранником тюрьмы. Одним из них предварительно сообщили, что этот охранник совершенно нетипичен и выбран для интервью только из-за своих крайних взглядов. Другие не получили такого предупреждения. После просмотра видеозаписи у участников поинтересовались, каковы их взгляды на тюремную систему, и их мнение было напрямую связано с тем, что они увидели: прослушав интервью с озлобленным, жестоким охранником, испытуемые были убеждены, что все тюремные охранники жестоки и бесчеловечны. Примечательно и то, что испытуемые, которых предупредили о нетипичности интервьюируемого охранника, были склонны сделать такой же вывод; похоже, что использование эвристической репрезентативности в данном случае оказалось сильнее предостережения[3].

Такие эвристические ошибки легко могут вызвать тревогу и беспокойство. Поэтому необходимо еще раз подчеркнуть, что в общем эвристики приносят нам пользу. Если категория встречается часто, мы храним множество ее примеров в своей памяти. Следовательно, суждения, сделанные на основе высокой вероятности или распространенности явления, чаще всего оказываются верными. Многие из встречающихся нам явлений обладают однородностью важнейших характеристик, поэтому экстраполяция на основе предполагаемой типичности также обычно оправданна. К тому же обе эти стратегии отличает быстрота и легкость применения, так что если иногда они и приводят к ошибке, это уравновешивается их эффективностью.

Кроме этого, важно отметить, что мы не всегда полагаемся на эти стратегии при вынесении суждений. В некоторых случаях мы понимаем, что представитель какой-либо категории не типичен, и поэтому не беремся судить обо всей категории в целом, опираясь на наблюдение лишь нескольких примеров. В других ситуациях мы считаем, что большая выборка данных более информативна, чем малая. Было сделано несколько предположений, почему мы иногда внимательны к этим факторам, а иногда — нет, но в данный момент на этот счет нет единой точки зрения[4].

---

[3] См.: *Kahneman D., Tversky A.* Subjective probability: A judgment of representativeness // Cognitive Psychology. 1972. Vol. 3. P. 430–454; *Kahneman D., Tversky A.* On the psychology of prediction // Psychological Review. 1973. Vol. 80. P. 237–251; *Hamill R., Wilson T.D., Nisbett R.E.* Insensitivity to sample bias: Generalizing from atypical cases // Journal of Personality and Social Psychology. 1980. Vol. 39. P. 578–589; *Nisbett R.E., Ross L.* Human inference: Strategies and shortcomings of social judgment. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1980.

[4] См.: *Nisbett R.* Rules for reasoning. Hillsdale: Eribaum, 1993; *Gigerenzer G., Hoffrage U.* How to improve Bayesian reasoning without instruction: Frequency formats // Psychological Review. 1995. Vol. 102. P. 684–704; *Kahneman D., Tversky A.* On the reality of cognitive illusions // Psychological Review. 1996. Vol. 103. P. 582–91.

Склонность искать подтверждение

И все же, хотя мы используем эвристики во многих ситуациях, они нередко приводят нас к ошибке. Однако можно надеяться, что эти ошибки будут исправлены при дополнительном поступлении информации. Так, мы можем сначала впасть в заблуждение под действием рассказа «о человеке, который...», но набравшись опыта, сталкиваясь все чаще и чаще с фактами, которые противоречат этому утверждению, мы придем к обратной точке зрения. Другими словами, рассказ о 82-летней тетушке-курильщице может поначалу убедить нас в том, что курение безвредно, но рассказы о других (более типичных) жертвах курения повернут наши рассуждения в правильную сторону. Однако существует определенный механизм, который работает против такой самокоррекции. Этот механизм, называемый *склонностью искать подтверждение*, принимает самые разные формы. Во-первых, когда у людей появляется возможность получить новую информацию, они склонны находить ту информацию, которая будет подтверждать их убеждения, а не ту, которая может изменить их. Во-вторых, если люди получают информацию, согласующуюся с их точкой зрения, и информацию, которая расходится с ней, они склонны серьезно относиться к первой, не принимая в расчет вторую: мы воспринимаем факты, поддерживающие наши взгляды, и эти факты усиливают приверженность нашим убеждениям; факты, идущие вразрез с нашей точкой зрения, напротив, встречаются со скептицизмом — подвергаются жестокой критике, трактуются по-новому или полностью игнорируются.

Почему, например, люди часто цепляются за ошибочное убеждение в неизбежности выигрыша, когда играют в азартные игры? Данные говорят о том, что карточные игроки очень живо помнят свои победы, поддерживая такими воспоминаниями свою уверенность в том, что они нашли правильную стратегию. Конечно, они помнят и свои проигрыши, но рассматривают их как случайное событие («Мне просто не повезло: у меня была двойка треф вместо туза червей!»). Таким образом, запоминаются подтверждающие убеждение факты и не берутся в расчет опровергающие[5].

Чем объясняется склонность искать подтверждение? Одна из версий заключается в том, что люди обладают сильным стремлением найти упорядоченность во всем. Мы пытаемся понять все, что мы видим и слышим, и навязать всему этому какую-то организацию. Модель этой организации может быть неправильной, но она лучше, чем ее отсутствие, потому что без подобной организации мы были бы раздавлены избытком информации. Однако положительный эффект такой организации имеет и обратную сторону, поскольку искажение наших взглядов делает трудным изменение ложного убеждения после того, как оно сформировалось.

---

[5] См.: *Gilovich T.* How we know what Isn't so. N.Y.: Free Press, 1991.

Принятие решения

И индукция, и дедукция позволяют нам выносить суждения и формировать убеждения. Однако мы хотим большего — воплощать наши суждения и убеждения в действия. В одних случаях это означает просто двигаться по единственному пути к ясно намеченной цели. В других случаях у нас есть несколько путей, и мы должны выбрать, каким из них идти. Как мы делаем свой выбор? На этот вопрос проливают свет исследования процесса принятия решения.

Эффект оформления задачи

Два фактора очевидно связаны с принятием решения. Во-первых, мы должны рассмотреть возможные последствия принятого решения и выбрать более желаемое. Сколько долларов вы хотели бы получить за работу: 10 или 100? Сколько долларов вы заплатили за один и тот же фильм: 5 или 10? В каждом из этих случаев мы без усилий выберем условие наибольшей выгоды или наименьшей цены. Во-вторых, мы должны учитывать риск: какой лотерейный билет вы купили бы — с вероятностью выигрыша один из ста или один из тысячи? Если одному из ваших друзей фильм понравился, а другому — нет, вы захотели бы посмотреть его? А если пятеро ваших друзей посмотрели фильм и всем он понравился, тогда вы захотели бы посмотреть его? В этих случаях нас привлекают условия, которые дают наибольшую вероятность получения того, что представляет для нас ценность (высокий шанс выигрыша в лотерее или просмотр приятного для нас фильма).

На принятие решения влияют оба этих фактора — привлекательность результата и вероятность его достижения. Однако оценка этих факторов может сильно зависеть от незначительных изменений в формулировке вопроса или в описании существующих условий. Эти изменения в оформлении задачи могут во многих случаях повлиять на принятие решения, изменив уверенный выбор одного направления на такой же уверенный выбор направления противоположного. Возьмем, к примеру, такую проблему.

Представьте, что США готовятся к вспышке необычной болезни, которая, как ожидается, унесет жизни 600 человек. Были предложены две альтернативные программы по борьбе с этой болезнью. Предположим, что точные научные оценки ожидаемых последствий следующие.

Если будет принята программа А, то двести человек из шестисот будут спасены.

Если будет принята программа В, то с вероятностью 30% все заболевшие будут спасены и с вероятностью 70% никто не будет спасен.

Какую из этих двух программ вы бы предпочли?

При данной альтернативе явное большинство опрошенных выбрали программу А. Гарантированная выгода оказалась предпочтительней, чем воз-

можность большей выгоды, если эта возможность сопровождалась другой возможностью — потерять все. Это решение само по себе полностью оправданно. Но посмотрим, что произойдет, если опросить людей по той же проблеме, но с другим оформлением условий. Участникам опроса снова говорят, что если не предпринять никаких действий, то болезнь убьет 600 человек. Затем их просят выбрать одну из тех же программ, но условия этих программ оформлены иначе:

Если будет принята программа А, четыреста человек умрут.

Если будет принята программа В, то с вероятностью 30% никто не умрет и с вероятностью 70% умрут все заболевшие.

При данном оформлении условий большинство опрошенных выбрали программу В. Для них верная смерть четырехсот человек была менее приемлемой, чем вероятность 70% того, что все умрут. Еще раз подчеркнем, что 200 человек спасенных из 600 — это то же самое, что 400 умерших из 600. Единственное различие заключается в оформлении условий задач, но именно оно заставило большинство опрошенных проголосовать не за программу А, а за программу В[6]. Такое влияние оформления задачи можно пронаблюдать и во многих других ситуациях. Как правило, люди принимают такое решение, чтобы минимизировать потери или полностью избежать их — т.е. демонстрируют явную *нерасположенность к потере*. Таким образом, если задача оформлена в условиях возможных потерь, то эти условия отталкивают людей, и, если они могут, они выбирают решение, ведущее к уменьшению потерь (так, они выбирали программу В, когда программа А была сформулирована с условием большого количества умерших). И наоборот, людям свойственно держаться за то, что им принадлежит; поэтому, получив что-либо, они не хотят больше испытывать судьбу, демонстрируя *нерасположенность к риску* и старательно избегая авантюр.

Нерасположенность к потере является сильной и в то же время неустойчивой тенденцией, как и человеческое нежелание рисковать чем-то, что ты уже имеешь. Принятие того или иного решения во многом зависит от оформления задачи: если задача оформлена в позитивном ключе, человек делает один выбор, если в негативном — другой. Так, большинство врачей примут лечебную программу, давшую в 50% случаев удачный результат, чем программу с 50%-ным неудачным исходом — им неприятно концентрировать внимание на негативном результате. Нерасположенность к лотерее часто удерживает людей от честных игр типа «орел — ты получаешь доллар; решка — я получаю доллар». Их больше пугает возможная потеря, чем привлекает вероятность выигрыша, поэтому игра кажется им непривлекательной.

---

[6] См.: *Kahneman D., Tversky A.* Choices, values and frames // American Psychologist. 1984. Vol. 39. P. 341–350.

Действительно ли люди нерациональны?

Итак, мы рассмотрели обширный (и, может, даже пугающий) перечень ошибок, недостатков и противоречий человеческого мышления. На самом ли деле люди так склонны к ошибкам? Если это так, то как же нам удалось достичь того, что мы имеем в математике, философии, естественных науках? Все дело в том, что стратегии нашего мышления и рассуждения гораздо чаще приводят нас к правильным решениям и выводам, чем к ошибкам.

К тому же важно помнить, что великие достижения человечества получены в результате совместных усилий. В основе каждого открытия лежит труд множества предыдущих поколений, и мы унаследовали от наших предков эффективный интеллектуальный инструментарий, включая методы сбора первичных данных и их анализа. Такое обеспечение может дополнить собственные ограниченные возможности каждого человека и таким образом минимизировать ошибки. Большинство открытий к тому же зависят от взаимодействия исследователей, работающих в смежных областях. Ошибки, в которые впадает большинство, могут все же быть выявлены меньшинством, и вероятно, этого достаточно, чтобы не сбиться с курса. Подобным образом один ученый может легко впасть в заблуждение и не замечать фактов, которые могут опровергнуть его гипотезу. Но другой ученый может склоняться к другой гипотезе и поэтому будет очень рад опровергнуть доказательства первого исследователя. Такие отношения соперничества играют большую роль в поиске научной истины, искореняя ошибки и выправляя искаженные убеждения.

Многочисленные исследования процессов мышления и принятия решения могут заставить нас пересмотреть свои ключевые позиции в отношении интеллектуальных поисков и природы разума. На первый взгляд, разум проявляется в стремлении избежать ошибок, но, возможно, в действительности рациональным является проявление терпимости к некоторым ошибкам, если альтернатива отнимает слишком много времени для принятия решения. Лучше жить, совершая ошибки, но действуя, чем потратить всю жизнь на размышления в бездействии. Таким же образом разум, вероятно, должен способствовать преодолению внутренних противоречий. Но другие силы могут перевешивать потребность во внутренней согласованности. Например, возможно, что нерасположенность к потере — настолько сильный аргумент, что будет разумным допустить некоторое внутреннее противоречие, чтобы случайно не остаться без штанов.

А. Тверски,
Д. Канеман

Принятие решений в условиях неопределенности: правила и предубеждения*

Многие решения основаны на убеждениях о вероятности неопределенных событий, таких как, например, результат выборов, вина ответчика в суде или будущий курса доллара. Эти убеждения обычно выражаются в заявлениях типа «я думаю, «что...», «вероятность такова...», «маловероятно, что...» и т.д. Иногда убеждения относительно неопределенных событий выражены в численной форме как шансы или субъективные вероятности. Что определяет такие убеждения? Как люди оценивают вероятность неопределенного события или значения неопределенной величины? Этот раздел показывает, что люди полагаются на ограниченное число эвристических принципов, которые сводят сложные задачи оценки вероятностей и прогнозирования значений величин до более простых операций суждения. Вообще, эти эвристики весьма полезны, но иногда они ведут к серьезным и систематическим ошибкам.

Субъективная оценка вероятности похожа на субъективную оценку физических величин, таких как расстояние или размер. Все эти оценки основаны на данных ограниченной достоверности, которые обработаны согласно правилам эвристики. Например, предположительное расстояние до объекта частично определяется его четкостью. Чем резче объект, тем ближе он кажется. Это правило имеет некоторое обоснование, потому что на любой местности более удаленные объекты кажутся менее четкими, чем более близкие объекты. Однако постоянное следование этому правилу ведет к систематическим ошибкам в оценке расстояния. Характерно, что при плохой видимости расстояния часто переоцениваются, потому что контуры объектов размыты. С другой стороны,

---

* *Канеман Д,. Словик П,. Тверски А.* Принятие решений в неопределенности: правила и предубеждения. Харьков: ИПП «Гуманитарный центр», 2005. С. 17—31, 33—36.

расстояния часто недооцениваются, когда видимость хорошая, потому что объекты кажутся более четкими. Таким образом, использование четкости в качестве показателя расстояния ведет к распространенным предубеждениям. Такие предубеждения также можно обнаружить в интуитивной оценке вероятности. В этой книге описываются три вида эвристик, которые используются для оценки вероятности и прогнозирования значений величин. Приводятся предубеждения, к которым ведут эти эвристики, а также обсуждается практическое и теоретическое значение этих наблюдений.

Репрезентативность

Большинство вопросов о вероятности принадлежат к одному из следующих типов: Какова вероятность того, что объект *A* принадлежит классу *B*? Какова вероятность, что причиной события *A* является процесс *B*? Какова вероятность, что процесс *B* приведет к событию *A*? Отвечая на такие вопросы, люди обычно полагаются на эвристику репрезентативности, в которой вероятность определяется степенью, в которой *A* репрезентативно по отношению к *B*, то есть степенью, в которой *A* похоже на *B*. Например, когда *A* в высокой мере репрезентативно *B*, вероятность того, что событие *A* происходит из *B*, оценивается как высокая. С другой стороны, если *A* не похоже на *B*, то вероятность оценивается как низкая.

Для иллюстрации суждения репрезентативности, рассмотрим описание человека его бывшим соседом:

> Стив очень замкнутый и застенчивый, всегда готов мне помочь, но слишком мало интересуется другими людьми и реальностью вообще. Он очень кроткий и опрятный, любит порядок и систематизированность, а также склонен к детализации.

Как люди оценивают вероятность того, кто Стив по профессии (например, фермер, продавец, пилот самолета, библиотекарь или врач)? Каким образом люди располагают эти профессии от наиболее до наименее вероятной? В эвристике репрезентативности, вероятность того, что Стив — библиотекарь, например, определяется степенью, в которой он репрезентативен библиотекарю, или соответствует стереотипу библиотекаря. Действительно, исследование подобных проблем показало, что люди распределяют профессии точно таким же образом[1]. Этот подход к оценке вероятности приводит к серьезным ошибкам, потому что на подобие или репрезентативность не оказывают влияние отдельные факторы, которые должны влиять на оценку вероятности.

---

[1] См.: *Kahneman D., Tversky A.* On the psychology of prediction // Psychological Review. 1973. Vol. 80. P. 237—251.

Нечувствительность к априорной вероятности результата

Одним из факторов, которые не оказывают влияния на репрезентативность, но значительно влияют на вероятность — является предшествующая вероятность, или частота базовых значений результатов (исходов). В случае Стива, например, тот факт, что среди населения намного больше фермеров, чем библиотекарей, обязательно принимается в расчет при любой разумной оценке вероятности того, что Стив скорее является библиотекарем, чем фермером. Принятие во внимание частоты базовых значений, однако, в действительности не влияет на соответствие Стива стереотипу библиотекарей и фермеров. Если люди оценивают вероятность посредством репрезентативности, следовательно, предшествующими вероятностями они будут пренебрегать. Эта гипотеза была проверена в эксперименте, в котором изменялись предшествующие вероятности[2]. Испытуемым показывали краткие описания нескольких людей, выбранных наугад из группы 100 специалистов: инженеров и адвокатов. Тестируемых просили оценить, для каждого описания, вероятность того, что оно принадлежит скорее инженеру, чем адвокату. В одном экспериментальном случае, испытуемым сообщалось, что группа, описания из которой были даны, состоит из 70 инженеров и 30 адвокатов. В другом случае испытуемым сообщалось, что группа состоит из 30 инженеров и 70 адвокатов. Шансы того, что каждое отдельное описание принадлежит скорее инженеру, чем адвокату, должна быть выше в первом случае, где большинство инженеров, чем во втором, где большинство адвокатов. Это можно показать, применяя правило Байеса, заключающееся в том, что пропорция этих шансов должна быть $(0.7/0.3)^2$, или 5.44, для каждого описания. Грубо нарушая правило Байеса, испытуемые в обоих случаях, продемонстрировали, в сущности, одинаковые оценки вероятности. Очевидно, участники эксперимента оценили вероятность того, что конкретное описание принадлежит скорее инженеру, чем адвокату как степень, в которой это описание было репрезентативно этим двум стереотипам, мало учитывая, если учитывая вообще, предшествующие вероятности этих категорий.

Испытуемые правильно использовали предшествующие вероятности, когда они не обладали иной информацией. В отсутствии краткого описания личности, они оценивали вероятность того, что неизвестный человек является инженером, как 0.7 и 0.3, соответственно, в обоих случаях, при обоих условиях частоты базовых значений. Однако предшествующие вероятности полностью игнорировались, когда было представлено описание, даже если оно было полностью неинформативно. Реакции на нижеизложенное описание иллюстрируют это явление:

[2] См.: *Kahneman D., Tversky A.* On the psychology of prediction // Psychological Review. 1973. Vol. 80. P. 237—251.

Дик — 30-летний мужчина. Женат, еще не имеет детей. Очень способный и мотивированный сотрудник, подает большие надежды. Пользуется признанием коллег.

Это описание было задумано таким образом, чтобы не предоставить информации о том, является ли Дик инженером или адвокатом. Следовательно, вероятность того, что Дик является инженером, должна равняться пропорции инженеров в группе, как если бы не было дано описания вовсе. Испытуемые, однако, оценили вероятность того, что Дик является инженером, как 5 независимо от того, какая дана пропорция инженеров в группе (7 к 3 или 3 к 7). Очевидно, что люди реагируют по-разному в ситуациях, когда описание отсутствует и когда дано бесполезное описание. В случае, когда описания отсутствуют, предшествующие вероятности используются должным образом; и предшествующие вероятности игнорируются, когда дается бесполезное описание[3].

Нечувствительность к размеру выборки

Чтобы оценивать вероятность получения конкретного результата в выборке, отобранной из указанной совокупности, люди обычно применяют эвристику репрезентативности. То есть они оценивают вероятность результата в выборке, например, то, что средняя высота в случайной выборке из десяти человек будет 6 футов (180 сантиметров), в такой же степени, в какой этот результат подобен соответствующему параметру (то есть средней высоте людей среди всего населения). Подобие статистики в выборке типичному параметру у всего населения не зависит от размера выборки. Следовательно, если вероятность рассчитывается с помощью репрезентативности, то статистическая вероятность в выборке будет по существу независима от размера выборки. Действительно, когда тестируемые оценивали распределение средней высоты для выборок различных размеров, они производили идентичные распределения. Например, вероятность получения средней высоты более чем 6 футов (180 см) была оценена подобной для выборок 1000, 100 и 10 человек[4]. Кроме того, испытуемые не сумели оценить роль размера выборки даже когда это было подчеркнуто в формулировке проблемы. Приведем пример, подтверждающий это.

Некоторый город обслуживается двумя больницами. В большей по размеру больнице рождаются приблизительно 45 младенцев каждый день, а в меньшей больнице, приблизительно 15 младенцев каждый день. Как Вы знаете, приблизительно 50% от всех младенцев — мальчики. Однако точный процент меняется со дня на день. Иногда он может быть выше, чем 50%, иногда ниже.

---

[3] См.: *Kahneman D., Tversky A.* On the psychology of prediction // Psychological Review. 1973. Vol. 80. P. 237—251.

[4] См.: *Kahneman D., Tversky A.* Subjective probability: A judgment of representativeness // Cognitive Psychology. 1972. Vol. 3. P. 430—454.

В течение одного года, каждая больница делала учет тех дней, когда больше чем 60% рожденных младенцев были мальчиками. Какая больница, по вашему мнению, сделала учет большего количества таких дней?

Большая по размеру больница (21).

Меньшая больница (21).

Примерно поровну (то есть в пределах разницы в 5%) (53).

Числа в круглых скобках указывают количество отвечавших студентов последних курсов.

Большинство тестируемых оценивало вероятность того, что будет более 60% мальчиков в равной степени и в маленькой, и в большой больнице, возможно, потому что эти события описаны одинаковой статистикой и, таким образом, одинаково репрезентативны по отношению ко всему населению. Напротив, согласно теории выборок, ожидаемое число дней, в которые больше чем 60% рожденных младенцев являются мальчиками, намного выше в маленькой больнице, чем в большой, потому что для большой выборки менее вероятно, отклонение от 50%. Это фундаментальное понятие статистики, очевидно, не является частью интуиции людей.

Подобная нечувствительность к размеру выборки была зафиксирована в оценках *апостериорной (a posteriori)* вероятности, то есть вероятности, что выборка была отобрана скорее из одной совокупности, чем из другой. Рассмотрим следующий пример:

Вообразите корзину, наполненную шарами, из которых 2/3 одного цвета и 1/3 другого. Один человек вынимает из корзины 5 шаров и обнаруживает, что 4 из них красные, а 1 — белый. Другой человек вынимает 20 шаров и обнаруживает, что 12 из них красные, а 8 — белые. Который из этих двух людей должен с большей уверенностью сказать, что в корзине скорее 2/3 красных шаров и 1/3 белых шаров, чем наоборот? Каковы шансы у каждого из этих людей?

В этом примере, правильным ответом является оценка последующих шансов как 8 к 1 для выборки 4:1 и 16 к 1 для выборки 12:8, при условии, что предшествующие вероятности равны. Однако большинство людей думает, что первая выборка обеспечивает намного более серьезное подтверждение для гипотезы, что корзина наполнена в основном красными шарами, потому что процентное отношение красных шаров в первой выборке больше, чем во второй. Это снова показывает, что интуитивные оценки превалируют за счет пропорции выборки, а не ее размера, который играет решающую роль в определении реальных последующих шансов[5]. Кроме того, интуитивные оценки последующих шансов (posterior odds) гораздо менее радикальны, чем правильные значения. В про-

---

[5] См.: *Kahneman D., Tversky A.* Subjective probability: A judgment of representativeness // Cognitive Psychology. 1972. Vol. 3. P. 430—454.

блемах этого типа неоднократно наблюдалась недооценка влияния очевидного[6]. Этот феномен назван «консерватизмом».

Ошибочные концепции шанса

Люди полагают, что последовательность событий, организованная как случайный процесс, представляет существенную характеристику этого процесса даже когда последовательность короткая. Например, относительно выпадения монеты «орлом» или «решкой», люди считают, что последовательность О-Р-О-Р-Р-О, более вероятна, чем последовательность О-О-О-Р-Р-Р, которая не кажется случайной, а также более вероятна, чем последовательность О-ОО-О-Р-О, которая не отражает равнозначность сторон монеты[7]. Таким образом, люди ожидают, что существенные характеристики процесса будут представлены не только *глобально,* т.е. в полной последовательности, но также и *локально* — в каждой из ее частей. Однако локально репрезентативная последовательность систематически отклоняется от ожидания шансов, на которые рассчитывали: в ней слишком много чередований и слишком мало повторений. Другое последствие убеждения по поводу репрезентативности — хорошо известная ошибка игрока в казино. Видя, что красные слишком долго выпадают на колесе рулетки, например, большинство людей, ошибочно полагает, что, скорее всего, теперь должно выпасть черное, потому что выпадение черного завершит более репрезентативную последовательность, чем выпадение еще одного красного. Шанс обычно рассматривается как саморегулирующийся процесс, в котором отклонение в одном направлении приводит к отклонению в противоположном направлении с целью восстановления равновесия. На самом деле отклонения не исправляются, а просто «растворяются» по мере протекания случайного процесса.

Неправильные представления о шансе характерны не только для неопытных тестируемых. Изучение интуиции в статистических предположениях у опытных психологов-теоретиков показало устойчивое верование в то, что можно назвать законом малых чисел, согласно которому даже маленькие выборки являются высоко репрезентативными по отношению к совокупностям, из которых они отобраны[8]. Результаты этих исследователей отразили ожидание того, что гипотеза, достоверная относительно всей совокупности, будет представлена как статистически значимый результат в выборке, причем размер выборки не имеет

---

[6] См.: *Edwards W.* Conservatism in human information processing // Formal representation of human judgment / B. Kleinmuntz (Ed.). N.Y.: Wiley, 1968. P. 17—52; *Slovic P., Lichtenstein S.* Comparison of Bayesian and regression approaches to the study of information processing in judgment // Organizational Behavior and Human Performance. 1971. Vol. 6. P. 649—744.

[7] См.: *Kahneman D., Tversky A.* Subjective probability: A judgment of representativeness // Cognitive Psychology. 1972. Vol. 3. P. 430—454.

[8] См.: *Tversky A., Kahneman D.* The belief in the “law of small numbers” // Psychological Bulletin. 1971. Vol. 76. P. 105—110.

значения. Как следствие, специалисты слишком верят в результаты, полученные на маленьких выборках, и слишком переоценивают повторяемость этих результатов. При проведении исследования, это предубеждение ведет к отбору выборок неадекватного размера и к преувеличенной интерпретации результатов.

Нечувствительность к надежности прогноза

Люди иногда вынуждены делать числовые предсказания, такие как будущий курс акции, спрос на товар или результат футбольной игры. Такие предсказания основываются на репрезентативности. Например, предположим, некто получил описание компании, и его просят предсказать ее будущую прибыль. Если описание компании очень благоприятно, то по этому описанию наиболее репрезентативной будет казаться очень высокая прибыль; если описание посредственно, то наиболее репрезентативным будет казаться заурядное развитие событий. То, насколько описание является благоприятным, не зависит от достоверности этого описания или степени, в которой оно позволяет проводить точное прогнозирование.

Следовательно, если люди делают прогноз, исходя исключительно из благоприятности описания, их предсказания будут нечувствительны к надежности описания и к ожидаемой точности предсказания.

Этот способ делать суждения нарушает нормативную статистическую теорию, в которой экстремум и диапазон предсказаний зависит от предсказуемости. Когда предсказуемость равна нулю, во всех случаях должно быть сделано одно и то же предсказание. Например, если описания компаний не содержат информации относительно прибыли, тогда для всех компаний должна быть спрогнозирована одна и та же величина (в размере среднего значения прибыли). Если прогнозируемость идеальна, конечно, предсказываемые величины будут соответствовать фактическим величинам, и диапазон прогнозов будет равняться диапазону результатов. Вообще, чем выше предсказуемость, тем шире диапазон предсказанных величин.

Некоторые исследования численного прогнозирования показали, что интуитивные предсказания нарушают это правило, и что испытуемые мало учитывают, если учитывают вообще, соображения прогнозируемости[9]. В одном из этих исследований, испытуемым было предоставлено несколько абзацев текста, каждый из которых описывал работу преподавателя ВУЗа в течение отдельно взятого практического занятия. Некоторых тестируемых попросили оценить качество урока, описанного в тексте с помощью процентной шкалы, относительно указанной совокупности. Других тестируемых просили спрогнозировать, также используя процентную шкалу, положение каждого преподавателя ВУЗа через 5 лет после этого практического занятия. Суждения, сделанные при обоих услови-

[9] См.: *Kahneman D., Tversky A.* On the psychology of prediction // Psychological Review. 1973. Vol. 80. P. 237—251.

ях были идентичными. То есть предсказание отдаленного во времени критерия (успех преподавателя через 5 лет) было идентично оценке информации, на основе которой это предсказание было сделано (качество практического занятия). Студенты, которые предположили это, несомненно, знали о том, насколько ограничена прогнозируемость компетентности преподавателя, основанная на единственном пробном уроке, проведенного 5 годами ранее; однако их прогнозы были столь же крайними, сколь и их оценки.

Иллюзия валидности

Как мы уже говорили, люди часто делают прогнозы, выбирая исход (например, профессию), который является наиболее репрезентативным по отношению к входным данным (например, описание человека). То, насколько они уверены в своем прогнозе, зависит, прежде всего, от степени репрезентативности (то есть качества соответствия выбора входным данным) безотносительно факторов, которые ограничивают точность их прогноза. Таким образом, люди вполне уверены в прогнозе, что человек является библиотекарем, когда дано описание его личности, которое соответствует стереотипу библиотекаря, даже если оно скудно, ненадежно или устарело. Необоснованная уверенность, которая является следствием удачного совпадения предсказываемого результата и входных данных, может называться *иллюзией валидности*. Эта иллюзия сохраняется даже тогда, когда испытуемый знает факторы, которые ограничивают точность его прогнозов. Вполне распространенным является высказывание, что психологи, которые проводят выборочные интервью, часто обладают значительной уверенностью по поводу своих прогнозов, даже если они знакомы с обширной литературой, которая показывает, что в выборочных интервью высока вероятность ошибок. Продолжительная уверенность в правильности результатов клинического выборочного интервью, несмотря на повторные свидетельства его неадекватности, является достаточным свидетельством силы этого эффекта.

Внутренняя согласованность образца входных данных является основным показателем степени уверенности в прогнозе, основанном на этих входных данных. Например, люди выражают больше уверенности в прогнозе среднего балла успеваемости студента, чей табель за первый год обучения состоит полностью из *B* (4 балла), чем в прогнозе среднего балла студента, в чьем табеле за первый год обучения много оценок, как *A* (5 баллов), так и *C* (3 балла). Высоко согласованные образцы наиболее часто наблюдаются, когда входные переменные очень избыточны или взаимосвязаны. Следовательно, люди склонны быть уверенными в прогнозах, основанных на избыточных входных переменных. Однако элементарное правило в статистике корреляции, утверждает, что, если у нас есть входные переменные определенной валидности, прогноз, основанный на нескольких таких входных данных, может достигать более высокой точности, когда переменные независимы друг от друга, чем если они являются избыточ-

ными или взаимосвязанными. Таким образом, избыточность входных данных уменьшает точность, даже если она увеличивает уверенность, таким образом, люди часто уверены в прогнозах, которые, скорее всего, будут ошибочными[10]. Предположим, что большая группа детей была протестирована с помощью двух подобных версий теста на способности. Если некто отберет десять детей из числа тех, кто справился лучше всех с одной из этих двух версий, он обычно будет разочарован выполнением ими второй версии теста. И напротив, если некто отберет десять детей из числа тех, кто хуже всех справился с первой версией теста, то в среднем он обнаружит, что с другой версией они справились несколько лучше. Обобщая, рассмотрим две переменные *X* и *Y*, которые имеют одинаковое распределение. Если выбрать людей, чьи средние *X* оценки отклоняются от среднего *X* на *k* единиц, тогда среднее от их *Y* шкалы будет обычно отклоняться от среднего *Y* меньше чем на *k* единиц. Эти наблюдения иллюстрируют общее явление известное как регресс к среднему, которое было открыто Гальтоном более чем 100 лет назад.

В обычной жизни все мы сталкиваемся с большим количеством случаев регресса к среднему, сравнивая, например, рост отцов и сыновей, уровень интеллекта мужей и жен, или результаты сдачи экзаменов, следующих один за другим. Тем не менее, у людей отсутствуют предположения по этому поводу. Во-первых, они не ожидают регрессии во многих контекстах, где она должна произойти. Во-вторых, когда они признают возникновение регрессии, они часто изобретают неверные объяснения причин[11]. Мы полагаем, что явление регресса остается неуловимым, потому что оно несовместимо с мнением о том, что прогнозируемый результат должен быть максимально репрезентативен по отношению к входным данным, и, следовательно, значение переменной результата должно быть настолько же крайним, как и значение входной переменной.

Неспособность признать смысл регрессии может иметь пагубные последствия, как было проиллюстрировано в следующих наблюдениях[12]. При обсуждении учебных полетов, опытные инструкторы отметили, что похвала за исключительно мягкое приземление обычно при следующей попытке сопровождается более неудачным приземлением, в то время как резкая критика после жесткого приземления обычно сопровождается улучшением результатов при следующей попытке. Инструкторы сделали вывод, что словесные поощрения вредны для обучения, в то время как выговоры приносят пользу, вопреки принятой психологической доктрине. Это заключение несостоятельно из-за присутствия регресса к среднему. Как и в других случаях, когда экзамены следуют один за другим, улучшение обычно следует за плохим выполнением работы, а

[10] См.: *Kahneman D., Tversky A.* On the psychology of prediction // Psychological Review. 1973. Vol. 80. P. 237—251.

[11] Там же.

[12] Там же.

ухудшение — за отлично проделанной работой, даже если преподаватель или инструктор никак не реагирует на достижения учащегося при первой попытке. Поскольку инструкторы похвалили своих учеников после хороших приземлений и поругали их после плохих, они пришли к ошибочному и потенциально вредному заключению, что наказание является более эффективным, чем награда.

Таким образом, неспособность понимать эффект регрессии ведет, к тому, что эффективность наказания оценивается слишком высоко, а эффективность награды недооценивается. В социальном взаимодействии, также, как и в обучении, награда обычно применяется, когда работа выполнена хорошо, и наказание, когда работа выполнена плохо. Следуя только закону регрессии, поведение, вероятней всего, улучшится после наказания и, скорее всего, ухудшится после награды. Следовательно, выходит так, что, по чистой случайности, людей поощряют за то, что они наказывают других, и наказывают за их поощрение. Люди, в целом, не знают об этом обстоятельстве. Фактически, неуловимая роль регрессии в определении очевидных последствий награды и наказания, кажется, ускользнула от внимания ученых, работающих в этой области.

Доступность

Бывают ситуации, в которых люди оценивают частоту класса или вероятность событий на основе легкости, с которой они вспоминают примеры случаев или события. Например, можно оценивать вероятность риска сердечного приступа среди людей средних лет, вспоминая такие случаи среди своих знакомых. Похожим образом некто может оценивать вероятность того, что некоторое бизнес-предприятие потерпит неудачу, представляя себе различные трудности, с которыми оно могло бы столкнуться. Эта эвристика оценки называется *доступностью*. Доступность очень полезна для оценки частоты или вероятности событий, потому что события, принадлежащие большим классам, обычно вспоминаются и быстрее, чем случаи менее частых классов. Однако на доступность воздействуют и другие факторы, кроме частоты и вероятности. Следовательно, уверенность относительно доступности ведет к вполне прогнозируемым предубеждениям, некоторые из которых проиллюстрированы ниже.

Предубеждения, обусловленные степенью восстанавливаемости событий в памяти

Когда размер класса оценивается на основе доступности его элементов, класс, элементы которого легко восстанавливаются в памяти, будет казаться более многочисленным, чем класс такого же размера, но элементы которого, менее доступны и хуже вспоминаются. При простой демонстрации этого эффекта ис-

пытуемым зачитали список известных людей обоих полов, и затем попросили оценить, было ли в списке больше мужских имен, чем женских. Различные списки были предоставлены разным группам тестируемых. В некоторых из списков мужчины были более известны, чем женщины, а в других, — женщины были более известны, чем мужчины. В каждом из списков испытуемые ошибочно считали, что класс (в данном случае пол), в котором были более известные люди, был более многочисленным[13].

В дополнение к узнаваемости, имеются другие факторы, такие как яркость, которая влияет на восстанавливаемость событий в памяти. Например, если человек наблюдал воочию пожар в здании, то он будет считать возникновение таких несчастных случаев, наверное, более субъективно вероятным, чем если бы он прочитал об этом пожаре в местной газете. Кроме того, недавние происшествия, вероятно, будут вспоминаться несколько проще, чем более ранние. Часто бывает, что субъективная оценка вероятности возникновения дорожных происшествий временно повышается, когда человек видит около дороги перевернутый автомобиль.

Предубеждения, обусловленные эффективностью направления поиска

Предположим, из английского текста наугад выбрано слово (из трех букв или больше). Что является более вероятным, то, что слово начинается с буквы *r* или что *r* является третьей буквой? Люди подходят к решению этой проблемы, вспоминая слова, которые начинаются с *r* (road — дорога), и слова, которые имеют *r* в третьей позиции (car — автомобиль), и оценивают относительную частоту, основываясь на легкости, с которой слова этих двух типов приходят на ум. Поскольку гораздо легче искать слова по первой букве, чем по третьей, большинство людей считают, что больше слов, которые начинаются с этой согласной, чем слов, в которых тот же самый согласный появляется в третьей позиции. Они делают такой вывод даже для таких согласных, как *r* или *k*, которые чаще появляются в третьей позиции, чем в первой[14].

Различные задачи требуют различных направлений поиска. Например, предположим, Вас попросили оценить частоту, с которой слова с абстрактным значением (мысль, любовь) и конкретным значением (дверь, вода) появляются в письменном английском языке. Естественный способ ответить на этот вопрос найти контексты, в которых эти слова могли бы появляться. Кажется, легче вспомнить контексты, в которых может быть упомянуто абстрактное значение (любовь в женских романах), чем вспомнить контексты, в которых упоминается слово с конкретным значением (например, дверь). Если частота слов определя-

[13] См.: *Tversky A., Kahneman D.* Availability: A heuristic for judging frequency and probability // Cognitive Psychology. 1973. Vol. 5. P. 207—232.

[14] Там же.

ется на основании доступности контекстов, в которых они появляются, слова с абстрактным значением, будут оценены как относительно более многочисленные, чем слова с конкретным значением. Этот стереотип наблюдался в недавнем исследовании, которое показало, что частота возникновения слов с абстрактным значением была намного выше частоты слов с конкретным значением, в то время как их объективная частота равна[15]. Оценивалось также, что абстрактные слова появлялись в намного большем разнообразии контекстов, чем слова с конкретным значением.

Предубеждения, обусловленные способностью к представлению образов

Иногда нужно оценить частоту класса, элементы которого не хранятся в памяти, а могут быть созданы согласно определенному правилу. В таких ситуациях, обычно воспроизводятся некоторые элементы, а частота или вероятность оценивается той легкостью, с которой могут быть построены соответствующие элементы. Однако легкость воспроизведения соответствующих элементов не всегда отражает их фактическую частоту, и этот способ оценки приводит к предубеждениям. Для иллюстрации этого рассмотрим группу из 10 человек, которые формируют комитеты, состоящие из k членов, причем $2 \le k \le 8$. Сколько различных комитетов, состоящих из k членов может быть сформировано? Правильный ответ на эту проблему дается биноминальным коэффициентом (k^{10}), который достигает максимума, равного 252 для $k = 5$. Ясно, что число комитетов, состоящих из k членов, равняется числу комитетов, состоящих из ($10 — k$) членов, потому что для любого комитета, состоящего из k членов, существует единственно возможная группа, состоящая из ($10 — k$) человек, не являющихся членами комитета. Одним из способов ответить без вычисления — это мысленно создать комитеты, состоящие из k членов, и оценить их количество, используя легкость, с которой они приходят на ум. Комитеты, состоящие из небольшого количества членов, например, 2, более доступны, чем комитеты, состоящие из большого количества членов, например, 8. Самая простая схема создания комитетов — разделение группы на непересекающиеся множества. Сразу видно, что легче создать пять непересекающихся комитетов по 2 члена в каждом, в то время как невозможно сгенерировать и двух непересекающихся комитетов по 8 членов. Следовательно, если частота оценивается за счет способности представить это, или доступностью к мысленному воспроизведению, будет казаться, что маленьких комитетов больше, чем больших, в отличие от правильной параболической функции. Действительно, когда тестируемых-неспециалистов просили оценить число различных комитетов разных размеров, их оценки пред-

---

[15] См.: *Galbraith R.C., Underwood B.J.* Perceived frequency of concrete and abstract words // Memory and Cognition. 1973. Vol. 1. P. 56—60.

ставляли собой монотонно-убывающую функцию от размера комитета[16]. Например, средняя оценка числа комитетов, состоящих из 2 членов, была 70, в то время как оценка для комитетов, состоящих из 8 членов — 20 (правильный ответ — 45 в обоих случаях).

Способность представлять образы играет важную роль в оценке вероятностей возникновения реальных жизненных ситуаций. Риск, с которым связана опасная экспедиция, например, оценивается, посредством мысленного воспроизведения непредвиденных обстоятельств, для преодоления которых у экспедиции нет достаточного оборудования. Если многие из таких трудностей ярко изображаются, экспедиция может показаться чрезвычайно опасной, хотя легкость, с которой воображаются бедствия, вовсе не обязательно отражает их фактическую вероятность. Наоборот, если возможную опасность трудно вообразить, или она просто не приходит на ум, риск, связанный с каким-либо событием, может быть чрезвычайно недооценен.

Иллюзорная взаимосвязь

Чепмен и Чепмен описали интересное предубеждение в оценке частоты, с которой два события произойдут одновременно[17]. Они предоставили испытуемым-неспециалистам информацию относительно нескольких гипотетических пациентов с психическими расстройствами. Данные по каждому пациенту включали клинический диагноз и рисунки пациента. Позже испытуемые оценили частоту, с которой каждый диагноз (такой как паранойя или мания преследования) сопровождался различными особенностями рисунка (специфической формой глаз). Испытуемые заметно переоценили частоту совместного появления двух естественных событий, таких как мания преследования и специфическая форма глаз. Это явление получило название иллюзорная корреляция. В ошибочных оценках представленных данных, испытуемые «заново открыли» многое из уже известных, но необоснованных, клинических знаний относительно интерпретации рисуночного теста. Иллюзорный эффект корреляции был чрезвычайно стойкий по отношению к противоречащим данным. Он сохранился даже, когда взаимосвязь между признаком и диагнозом была фактически негативной, что не позволило испытуемым определить действительные отношения между ними.

Доступность является естественным объяснением эффекта иллюзорной корреляции. Оценка того, насколько часто два явления взаимосвязаны и происходят одновременно, может быть основана на силе ассоциативной связи между ними. Когда ассоциация сильна, можно, скорее всего, прийти к выводу, что события часто происходили одновременно. Следовательно, если ассоциация

---

[16] См.: *Tversky A., Kahneman D.* Availability: A heuristic for judging frequency and probability // Cognitive Psychology. 1973. Vol. 5. P. 207—232.

[17] См.: *Chapman L.J., Chapman J.P.* Illusory correlation as an obstacle to the use of valid psychodiagnostic signs // Journal of Abnormal Psychology. 1969. Vol. 74. P. 271—280.

между событиями крепкая, то, по оценке людей, они будут часто происходить одновременно. Согласно этой точке зрения, иллюзорная корреляция между диагнозом мании преследования и специфической формой глаз на рисунке, к примеру, появляется из-за того, что мания преследования скорее ассоциируется с глазами, чем с любой другой частью тела.

Продолжительный жизненный опыт научил нас, что, в общем, элементы больших классов вспоминаются лучше и быстрее, чем элементы менее частотных классов; что более вероятные события легче вообразить, чем маловероятные; и что ассоциативные связи между событиями укрепляются, когда события часто происходят одновременно. В результате, человек получает в свое распоряжение процедуру (эвристику доступности) для оценки размера класса: вероятность события, или частота, с которой могут одновременно происходить события, оцениваются той легкостью, с которой могут быть выполнены соответствующие ментальные процессы вспоминания, воспроизведения или ассоциации. Однако, как показали предшествующие примеры, эти процедуры оценивания систематически приводят к ошибкам.

Корректировка и «привязка» (*anchoring*)

Во многих ситуациях люди делают оценки, отталкиваясь от начальной величины, которая специально подобрана таким образом, чтобы получить окончательный ответ. Начальная величина или отправная точка может быть получена посредством формулировки проблемы, или она может быть частично результатом вычисления. В любом случае, такой «прикидки» обычно недостаточно[18]. То есть различные отправные точки приводят к различным оценкам, которые смещены к этим отправным точкам. Мы называем этот феномен ***«привязкой»*** (***anchoring***).

Недостаточная «корректировка»

Для демонстрации эффекта «привязки», тестируемых просили оценить различные величины, выраженные в процентах (например, процент Африканских стран в Организации Объединенных Наций). Каждой величине с помощью случайного выбора в присутствии тестируемых, был присвоен номер от 0 до 100. Тестируемых вначале попросили указать, больше или меньше этот номер, чем значение самой величины, и затем оценить значение этой величины, двигаясь в большую или меньшую сторону относительно его номера. Различным группам тестируемых предлагались различные номера для каждой величины,

[18] См.: *Slovic P., Lichtenstein S.* Comparison of Bayesian and regression approaches to the study of information processing in judgment // Organizational Behavior and Human Performance. 1971. Vol. 6. P. 649—744.

и эти произвольные номера имели значительное влияние на оценки тестируемых. Например, средние оценки процента Африканских стран в Организации Объединенных Наций были 25 и 45 для групп, которые получили 10 и 65 в качестве отправных точек соответственно. Денежные вознаграждения за точность не уменьшали эффект «привязки».

«Привязка» происходит не только когда испытуемым задана отправная точка, но также когда испытуемый основывает свою оценку на результате некоторого неполного вычисления. Изучение интуитивной числовой оценки иллюстрирует этот эффект. Две группы студентов средней школы оценивали, в течение 5 секунд, значение числового выражения, которое было написано на доске. Одна группа оценивала значение выражения

$$8\times7\times6\times5\times4\times3\times2\times1,$$

в то время как другая группа оценивала значение выражения

$$1\times2\times3\times4\times5\times6\times7\times8.$$

Для быстрого ответа на такие вопросы люди могут произвести несколько шагов вычисления и оценить значение выражения с помощью экстраполяции или «корректировки». Поскольку «корректировки» обычно недостаточно, эта процедура должна вести к недооценке значения. Более того, так как результат первых немногих шагов умножения (выполненный слева направо) выше в убывающей последовательности, чем в возрастающей, первое упомянутое выражение должно быть оценено больше последнего. Оба предсказания были подтверждены. Средняя оценка для возрастающей последовательности была 512, в то время как средняя оценка для убывающей последовательности была 2250. Правильный ответ — 40320 для обеих последовательностей.

Предубеждения в оценке конъюнктивных и дизъюнктивных событий

В недавнем исследовании Бар-Хиллел тестируемым давали возможность сделать ставку на одно из двух событий[19]. Использовались три типа событий: (i) простое событие, как, например, вытягивание красного шара из мешка, содержащего 50% красных и 50% белых шаров; (ii) связанное событие, как, например, вытянуть красный шар семь раз подряд из мешка (с возвращением шаров), содержащего 90% красных шаров и 10% белых; и (iii) несвязанное событие, как, например, вытянуть красный шар, по крайней мере, 1 раз в семи последовательных попытках (с возвращением шаров) из мешка, содержащего 10% красных шаров и 90% белых. В этой ситуации существенное большинство

[19] См.: *Bar-Hillel M.* On the subjective probability of compound events // Organizational Behavior and Human Performance. 1973. Vol. 9. P. 396—406.

тестируемых предпочло сделать ставку на связанное событие (вероятность которого — 0.48), а не на простое (вероятность которого — 0.50). Испытуемые также предпочитали, ставить скорее на простое событие, чем на дизъюнктивное, которое имеет вероятность 0.52, Таким образом, большинство тестируемых сделало ставку на менее вероятное событие при обоих сравнениях. Эти решения тестируемых иллюстрируют общий вывод: изучение решений в азартных играх и оценки вероятности указывают, что люди имеют тенденцию оценивать слишком высоко вероятность конъюнктивных событий и склонны недооценивать вероятность дизъюнктивных событий[20]. Эти стереотипы полностью объясняются эффектом «привязки». Установленная вероятность элементарного события (успех в любой стадии) обеспечивает естественную отправную точку для оценки вероятностей как конъюнктивных, так и дизъюнктивных событий. Так как «корректировки» от отправной точки обычно недостаточно, заключительные оценки остаются слишком приближенными к вероятностям элементарных событий в обоих случаях. Обратите внимание, что полная вероятность конъюнктивных событий ниже, чем вероятность каждого элементарного события, в то время как полная вероятность несвязанного события выше, чем вероятность каждого элементарного события. Следствием «привязки» является то, что полная вероятность будет завышена для конъюнктивных событий и занижена — для дизъюнктивных.

Предубеждения в оценке сложных событий особенно существенны в контексте планирования. Успешное завершение бизнес-предприятия, например, разработка нового продукта, обычно носит комплексный характер: чтобы предприятие преуспевало, каждое событие из ряда должно произойти. Даже если каждое из этих событий весьма вероятно, полная вероятность успеха может быть довольно низкой, если количество событий большое. Общая тенденция оценивать слишком высоко вероятность конъюнктивных событий ведет к необоснованному оптимизму в оценке вероятности, что план будет удачным, или что проект будет закончен вовремя. Наоборот, с дизъюнктивными структурами событий обычно сталкиваются при оценке риска. Сложная система, такая как ядерный реактор или тело человека, повредится, если любой из его необходимых компонентов выйдет из строя. Даже когда вероятность сбоя в каждом компоненте небольшая, вероятность отказа всей системы может быть высока, если в нее вовлечено много компонентов. Из-за предубеждения «привязки», люди имеют тенденцию недооценивать вероятность отказа в сложных системах. Таким образом, предубеждение привязки может иногда зависеть от структуры события. Структура события или явления, похожая на цепочку звеньев, ведет к переоценке вероятности этого события, структура события, похожая на воронку, состоящая из дизъюнктивных звеньев, ведет к недооценке вероятности события. <...>

---

[20] См.: *Cohen J., Chesnick E.I., Haran D.* A confirmation of the inertial-f effect in sequential choice and decision // British Journal of Psychology. 1972. Vol. 63. P. 41—46.

Обсуждение

В этой части книги рассматривались когнитивные стереотипы, которые возникают как результат уверенности в эвристиках оценивания. Эти стереотипы не характерны для эффектов мотивации, таких как принятие желаемого за действительное или искажения суждений из-за одобрения и порицания. Действительно, как уже сообщалось ранее, некоторые серьезные ошибки в оценивании происходили, несмотря на тот факт, что тестируемых поощряли за точность и вознаграждали за правильные ответы[21].

Уверенность в эвристиках и распространенность стереотипов свойственна не только обывателям. Опытные исследователи также склонны к тем же самым предубеждениям — когда они думают интуитивно. Например, тенденция предсказывать результат, который наиболее репрезентативен по отношению к данным, без достаточного внимания к априорной вероятности наступления такого результата, наблюдались в интуитивных суждениях людей, которые обладали обширными познаниями в статистике[22]. Хотя те, кто имеют познания в статистике и избегают элементарных ошибок, как, например, ошибки игрока в казино, в интуитивных суждениях для более запутанных и менее понятных задач делают подобные ошибки.

Не удивительно, что полезные разновидности эвристики, такие как репрезентативность и доступность сохраняются, даже при том, что они иногда ведут к ошибкам в прогнозах или оценках. Что возможно и является удивительным, так это неспособность людей вывести из длительного жизненного опыта такие фундаментальные статистические правила как регресс к среднему или эффект размера выборки при анализе изменчивости внутри выборки. Хотя все мы в течение жизни встречаемся с многочисленными ситуациями, к которым эти правила могут быть применимы, очень немногие самостоятельно открывают принципы отбора выборки и регресса на своем опыте. Статистические принципы не познаются на основе каждодневного опыта, потому что соответствующие примеры не закодированы нужным образом. Например, люди не обнаруживают, что средняя длина слова в строках следующих друг за другом в тексте, отличается больше чем на следующих друг за другом страницах, потому что они просто не обращают внимания на среднюю длину слова в отдельных строках или страницах. Таким образом, люди не изучают отношение между размером выборки и изменчивостью внутри выборки, хотя данных для такого вывода предостаточно.

---

[21] См.: *Kahneman D., Tversky A.* Subjective probability: A judgment of representativeness // Cognitive Psychology. 1972. Vol. 3. P. 430-454; *Tversky A., Kahneman D.* Availability: A heuristic for judging frequency and probability // Cognitive Psychology. 1973. Vol. 5. P. 207-232.

[22] См.: *Kahneman D., Tversky A.* On the psychology of prediction // Psychological Review. 1973. Vol. 80. P. 237-251; *Tversky A., Kahneman D.* The belief in the “law of small numbers” // Psychological Bulletin. 1971. Vol. 76. P. 105-110.

Недостаток соответствующей кодировки также объясняет, почему люди обычно не обнаруживают стереотипы в своих суждениях о вероятности. Человек мог бы узнать, правильны ли его оценки, подсчитывая число событий, которые действительно происходят из тех, которые он считает равновероятными. Однако для людей не естественно группировать события по признаку их вероятности. При отсутствии такой группировки человек не может обнаружить, например, что только 50% предсказаний, вероятность которых он оценил как 0.9 или выше фактически сбылись.

Эмпирический анализ когнитивных стереотипов имеет значение для теоретической и прикладной роли оценки вероятностей. Современная теория принятия решений рассматривает субъективную вероятность как количественное мнение идеализированного человека[23]. Определенно, субъективная вероятность данного события определяется набором шансов относительно этого события, из которых человеку предлагается выбрать. Может быть получено внутренне последовательное или целостное измерение субъективной вероятности, если выборы человека среди предложенных шансов подчиняются некоторым принципам, то есть аксиомам теории. Полученная вероятность субъективна в том смысле, что различные люди могут иметь различные оценки вероятности одного и того же события. Главный вклад этого подхода состоит в том, что он обеспечивает строгую субъективную интерпретацию вероятности, которая является применимой к уникальным событиям и является частью общей теории рационального принятия решений.

Возможно, стоит отметить, что, в то время как субъективные вероятности могут иногда выводиться из выбора шансов, они обычно не формируются этим способом. Человек делает ставку скорее на команду *A*, чем на команду *B*, потому что верил, что команда *A*, вероятнее всего, победит; он не выводит свое мнение как результат предпочтений тех или иных шансов. Таким образом, в действительности, субъективные вероятности определяют предпочтения в шансах, но не выводятся из них, в отличие от аксиоматической теории рационального принятия решений[24].

Субъективный характер вероятности привел многих ученых к мнению, что целостность, или внутренняя последовательность — единственный имеющий силу критерий, в соответствии с которым должны быть оценены вероятности. С точки зрения формальной теории субъективной вероятности, любой набор внутренне последовательных вероятностных оценок столь же хорош как любой другой. Этот критерий не вполне удовлетворителен, потому что внутренне последовательный набор субъективных вероятностей может быть несовместим с другими мнениями, которых придерживается человек. Рассмотрите человека,

---

[23] См.: *De Finetti B.* Probability: Interpretations // International Encyclopedia of the Social Sciences. Vol. 12 / D.E. Sills (Ed.). N.Y.: Macmillan, 1968. P. 496-504; *Savage L.J.* The foundations of statistics. N.Y.: Wiley, 1954.

[24] См.: *Savage L.J.* The foundations of statistics. N.Y.: Wiley, 1954.

чьи субъективные вероятности для всех возможных результатов подбрасывания монеты отражают ошибку игрока в казино. То есть его оценка вероятности появления «решки» при каждом конкретном подбрасывании увеличивается с числом последовательно выпавших «орлов», которые предшествовали этому подбрасыванию. Суждения такого человека могут быть внутренне последовательными и поэтому приемлемыми как адекватные субъективные вероятности согласно критерию формальной теории. Эти вероятности, однако, являются несовместимыми с общепринятым мнением, что у монеты «нет памяти» и поэтому она не способна производить последовательные зависимости. Чтобы оцененные вероятности, считались адекватными, или рациональными, внутренней последовательности недостаточно. Суждения должны быть совместимы со всеми прочими взглядами этого человека. К сожалению, не может быть простой формальной процедуры для оценки совместимости набора вероятностных оценок с полной системой взглядов субъекта. Рациональный эксперт будет, однако, бороться за совместимость, даже при том, что внутреннюю последовательность более легко достичь и оценить. В частности он будет пытаться делать свои вероятностные суждения совместимыми с его знаниями относительно предмета, законов вероятности и своей собственной эвристики оценки и предубеждений.

Резюме

Эта статья описывает три типа эвристики, которые используются при оценках в условиях неопределенности: (i) репрезентативность, которая обычно используется, когда людей просят оценить вероятность того, что объект *A* или случай принадлежит классу или процессу *B*; (ii) доступность событий или сценариев, которая часто используется, когда людей просят оценить частоту класса или правдоподобия отдельно взятого варианта развития событий; и (iii) корректировка или «привязка», которая обычно используется при количественном прогнозировании, когда доступна соответствующая величина. Эти эвристики высоко экономичны и обычно эффективны, но они приводят к систематическим ошибкам в прогнозе. Лучшее понимание этих эвристик и отклонений, к которым они приводят, могло бы внести вклад в оценку и принятие решений в условиях неопределенности.

7 *Восприятие и понимание речи*

Г. Глейтман, А. Фридлунд, Д. Райсберг

[Понимание речи][*]

Каким образом нам вообще удается понимать речь, которую мы слышим, или предложения, которые мы читаем? Как мы проникаем за поверхностные рамки, чтобы воссоздать скрытую структуру каждого предложения? Трудность здесь в некоторых отношениях напоминает проблему константности зрительного восприятия, с которой мы столкнулись при обсуждении зрительного восприятия <...>: наблюдатель должен определить подлинный размер объекта, если ему дан его образ на сетчатке. Последний образ изменяется всякий раз, когда меняется расстояние или угол между наблюдателем и целевым объектом. Тем не менее, наблюдатель может воспринимать фактические размеры и форму объекта, так как у него есть ряд подсказок, информирующих его о периферическом стимуле. Учитывая эти подсказки, наблюдатель может реконструировать фактический размер и форму объекта.

Нечто подобное происходит и с языком (рис. 1). Здесь слушатель должен определить скрытую структуру предложения, если ему дан лингвистический «проксимальный стимул», т.е. поверхностная структура; здесь тоже существуют подсказки, помогающие слушателю восстановить скрытую форму. Так, функциональные слова (например, кто, или) — хороший ключ к тому, что в предложении, которое мы слышим, содержится больше чем одно утверждение[1].

---

[*] *Глейтман Г., Фридлунд А., Райсберг Д.* Основы психологии. СПб.: Речь, 2001. С. 417—418, 422—425.

[1] См.: *Kimball J.* Seven principles of surface structure parsing in natural language // Cognition. 1973. Vol. 2. P. 15—47.

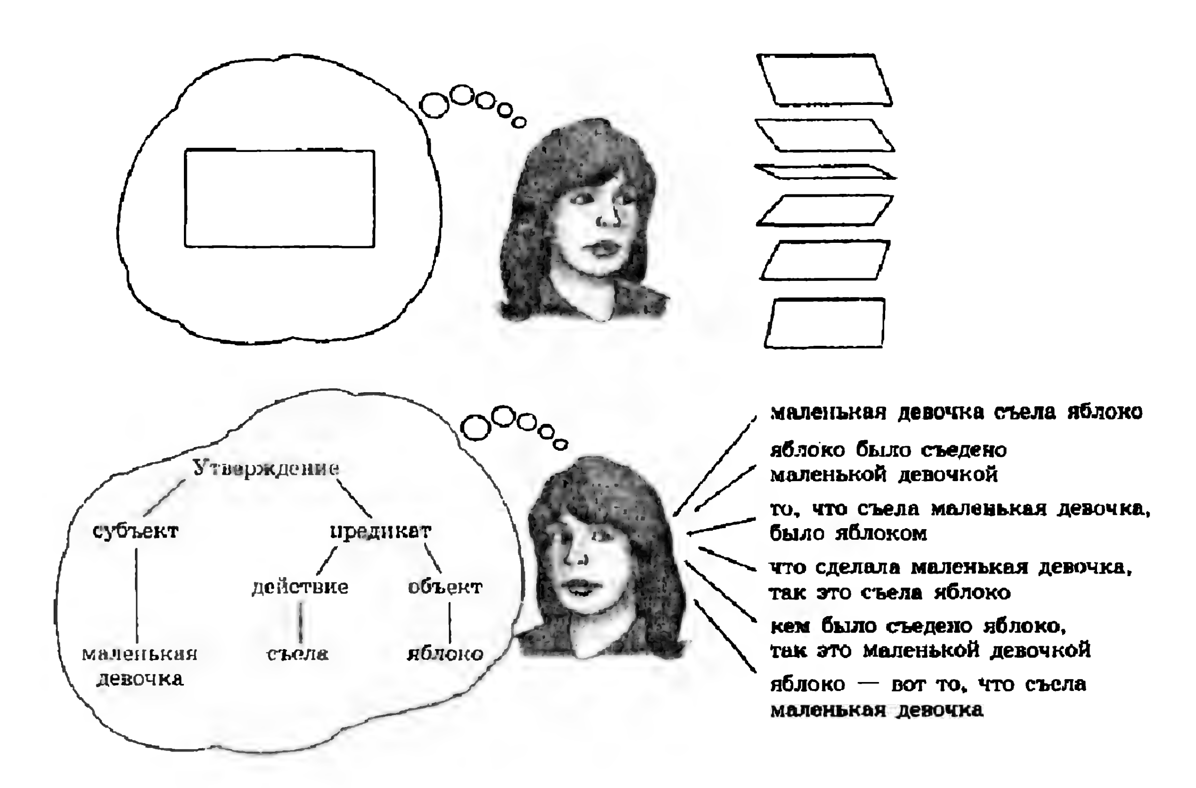


Рис. 1. Аналогия между лингвистическим парафразом и константностью восприятия

Лингвистический парафраз в некоторых отношениях напоминает константность восприятия <...>, поскольку в обоих случаях мы интерпретируем внешне различные паттерны стимуляции как приблизительно эквивалентные: *А* — постоянство формы. Когда мы смотрим на крышку стола, форма изображения, которое на самом деле попадает на сетчатку, зависит от нашего положения по отношению к столу. Однако постоянство формы позволяет нам воспринимать неизменную прямоугольную форму, которая является источником этих изображений; *Б* — парафраз. Ухо слышит множество поверхностных предложений, но лингвистическая система интерпретирует их все как содержащие одно и то же утверждение <...>

Аппарат для анализа предложений

Как именно мы используем эти подсказки, чтобы извлечь скрытую структуру из поверхностной? Согласно работам многих психолингвистов, наш аппарат для анализа предложений (ААП) полагается на несколько довольно общих стратегий, две из которых обсуждаются ниже[2].

---

[2] Общее описание обработки и понимания предложений см. в: *Frazier L., Fodor J.D.* The sausage machine: A new two-stage parsing model // Cognition. 1978. Vol. 6. P. 291—325; *Cairns R.B.* Research in language comprehension // Language science / R.C. Naremore (Ed.). San Diego: College-Hill Press, 1984; *Joshi A.K.* Natural language processing // Science. 1991. Vol. 253. P. 1242—1249; *Trueswell J.C., Tanenhaus M.K.* Toward a lexicalist framework of constraint-based syntactic ambiguity

Простейший порядок предложения: действующее лицо, действие, объект действия

Несколько исследований показали, что ААП начинает работу с сильного предубеждения по поводу того, какого рода предложение он сейчас услышит: обычно он начинает с допущения, что предложение сначала назовет действующее лицо, затем — действие, а затем — объект действия. По грамматической терминологии, ААП начинает с допущения, что предложение будет иметь следующий порядок: субъект, глагол, объект.

Эта стратегия абсолютно разумна, так как в обычной речи активная форма предложений (например, Джон побил Фреда) встречается гораздо чаще, чем пассивная (Фред был побит Джоном). Однако пассивные предложения все же встречаются, и с ними первоначальная стратегия ААП терпит неудачу. ААП осознает свою ошибку, как только он сталкивается с глаголом в пассиве. Обнаружив эту подсказку, он пересматривает свою первоначальную догадку и определяет первое именное слово как объект действия, а не как действующее лицо.

Эти шаги — начать с одной гипотезы, а затем заменить ее другой — требуют некоторого усилия, что можно обнаружить, исследуя время реакции. Один исследователь просил участников слушать предложения типа «Собака преследует кошку» и «Кошка преследуется собакой». Сразу после этого участникам показывали одну из двух картинок: собаку, преследующую кошку (рис. 2 *Б*), или кошку, преследующую собаку (рис. 2 *А*). Их задача состояла в том, чтобы решить, соответствует ли прослушанное ими предложение предъявленной картинке или нет. Участники быстрее приходили к решению, когда предложение имело активную, а не пассивную форму[3].

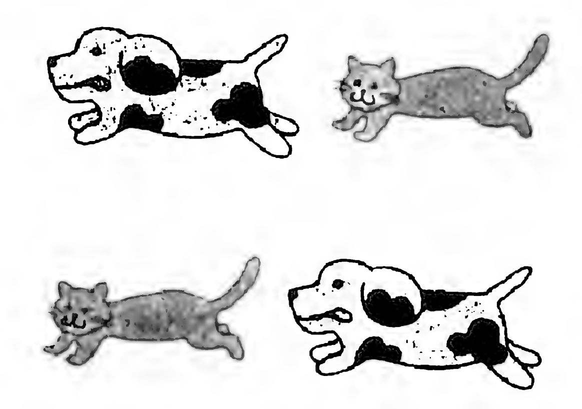


Рис. 2. Принятие решения о том, кто является действующим лицом, а кто — объектом действия. Время реакции испытуемых было значительно меньшим, если глагол в предложении, прочитанном до предъявления картинок, стоял в активной форме

resolution // Perspectives on sentence processing / C.J. Clifton, L. Frazier (Eds.). Hillsdale: Eribaum, 1994. P. 155—179.

[3] См.: *Slobin D. I.* Grammatical transformations and sentence comprehension in childhood and adulthood // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1966. Vol. 5. P. 219—227.

Функциональные слова, сигнализирующие о границе суждений

Учитывая множество форм предложений, с которыми мы сталкиваемся, попытка с ходу угадать структуру предложения может показаться рискованной. Лучше подождать, пока не появится информация, которая послужит руководством для толкования предложения. Необдуманная гипотеза о структуре предложения может легко пустить ААП по ложному следу. Например, поспешный грамматический разбор часто заставляет читателей думать, что *Сев в соседней деревне* — это рассказ о посевной; на самом деле речь идет совсем о другом, но это становится ясно лишь тогда, когда мы прочитаем все предложение (*Сев в соседней деревне, вертолет простоял там два часа).*

В действительности, однако, многие факторы помогают удерживать ААП на правильном пути. И если анализ все-таки сходит с этого пути, подсказки обычно гарантируют, что это будет быстро обнаружено и исправлено. Например, в предложении «Девочка, которая съела гамбургер, ударила по мячу» о границе между двумя суждениями сигнализирует функциональное слово *которая. Функциональные слова* играют важную роль в раскрытии структуры предложения и, следовательно, в управлении процессом анализа предложения.

Конечно, язык часто позволяет нам опускать эти функциональные слова в быстрой речи. В таком случае предложение можно произнести быстрее (хотя оно, в конце концов, не намного короче), но если слушатель полагается на эти функциональные слова, тогда их исключение сделает предложение немного более сложным для понимания. Так и происходит: анализ предложения занимает больше времени, когда удаляется подсказка в виде функционального слова[4].

Семантика и другие подсказки

ААП делает разбор предложения, обращая внимание на выявляющийся смысл и уделяя внимание не только функциональным словам, но и семантике, используя конкретные слова по мере их появления в качестве информации для раскрытия содержания предложения[5].

Мы уже говорили о том, что активные формы предложения обычно понимаются быстрее, чем пассивные. Так, нужно больше времени, чтобы понять второе (пассивное) предложение в следующей паре, чем для того, чтобы понять первое (активное).

Спаниель укусил сенбернара.

Сенбернар был укушен спаниелем.

---

[4] См.: *Bever T.G.* The cognitive basis for linguistic structures // Cognition and the development of language / J.R. Hayes (Ed.). N.J.: Wiley, 1970. P. 279—362.

[5] См.: *Trueswell J., Tanenhaus M., Garnsey S.* Semantic influences on parsing // Journal of Memory and Language. 1994. Vol. 33. (3). P. 285—318.

Однако в некоторых случаях семантические подсказки берут верх над этим правилом. Так, участники исследования понимают следующие два предложения одинаково быстро:

Собака съела мясо.
Мясо съедено собакой.

В этом случае нет опасности перепутать, кто что с кем сделал: собака может съесть мясо, но мясо не может съесть собаку. Таким образом, здесь нет никакой неопределенности и слушатель понимает пассивное предложение так же быстро, как и активное[6] (рис. 3).



Рис. 3. Семантическая подсказка

Для понимания пассивного предложения «Цветы поливаются девочкой» нужно не больше времени, чем для понимания активного предложения «Девочка поливает цветы», так как его значение, несомненно, будет понято так, как это изображено на рис. *А*, а не *Б*

Внелингвистический контекст. Мы крайне редко встречаем отдельное, изолированное предложение. Как правило, предложения произносятся и понимаются в некотором контексте. Возможно, контекст обеспечивается остальной частью романа или учебника по психологии, в котором появляется предложение. Чаще контекст — это происходящий разговор, в котором говорящий и слушающий беседуют в духе сотрудничества. Говорящий пытается передать ровно столько подробностей, сколько необходимо слушающему для понимания. Слишком большое количество подробностей сделало бы разговор безнадежно медленным и невыносимо скучным, а недостаток подробностей запутал бы слушателя. Чтобы балансировать между этими двумя проблемами краткости и ясности, говорящий должен согласовывать каждое высказывание с тем, что слушатель знает и чего он не знает[7]. Таким же образом слушатель знает, что говорящий не будет

[6] См.: *Slobin D. I.* Grammatical transformations and sentence comprehension in childhood and adulthood // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1966. 5. P. 219—227.

[7] См.: *Clark H.H.* Using language. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

проговаривать каждую посылку или каждое допущение, и он понимает, что ему придется заполнять пробелы, делая обоснованные выводы о тех деталях, которые остались невысказанными.

Как мы относимся к этой модели разговорного сотрудничества? Одно описание было дано философом Х.П. Грайсом, который утверждал, что разговором управляет небольшое количество правил, или максим[8]. Одна из этих негласных максим — максима уместности — требует, чтобы партнеры по разговору говорили вещи, которые относятся к делу. Такое правило помогает нам понять следующий диалог.

Б р а й а н: А где же ростбиф?
Ф е р н а н д а: Не знаю, но у собаки весьма довольный вид.

Ответ Фернанды кажется совершенно не относящимся к заданному вопросу, но если мы принимаем максиму уместности Грайса, мы вынуждены искать связь между ее ответом и вопросом Брайана. Этот поиск уместности приводит к заключению, что собака могла украсть ростбиф. Другой пример касается максимы количества: партнеры в разговоре понимают, что они не должны говорить ни больше, ни меньше, чем это необходимо. Эта максима действует в следующем фрагменте диалога:

Т о н и: Как тебе понравились танцоры?
М а р и я: Некоторые из них были очень хороши.

Здесь Мария подразумевает, что некоторые из танцоров были не хороши; мы понимаем, что «некоторые» означает «не все». Конечно, это толкование не следует логически из реплики Марии (если она думает, что все были хороши, то она могла с полным правом сказать, что некоторые были очень хороши). Тем не менее, мы делаем именно это заключение об оценке Марии, поскольку мы негласно предполагаем, что если бы она думала, что все танцоры были хороши, она бы так и сказала. В противном случае она нарушила бы максиму количества.

Эти максимы и общая динамика разговора позволяют говорящим оставлять многое невысказанным. Рассмотрим следующий отрывок из разговора[9]:

Ж е н щ и н а: Я ухожу от тебя.
М у ж ч и н а (*в гневе*): Кто он?!

Мы можем легко сопроводить этот диалог мелодраматическим сценарием, придав большое значение богатству интерпретации, часто требуемому для понимания повседневного разговора[10].

---

[8] См.: *Grice H.P.* Logic and conversation // P.Cole, J.L.Morgan (Eds.). Syntax and semantics 3: Speech acts. N. Y.: Academic Press, 1975.

[9] См.: *Pinker S.* The language instinct. N.Y.: William Morrow, 1994.

[10] Дополнительное обсуждение роли слушателя или читателя в понимании связной речи см.: *Sperber D., Wilson D.* Relevance: Communication and cognition. Oxford: Blackwell, 1986; *Graesser A.C, Millis K.K., Zwaan R.A.* Discourse comprehension // Annual Review of Psychology. 1997. Vol. 48. P. 163—189.

Дж. Андерсон

[Распознавание речи и понимание языка]*

Распознавание речи

Главная проблема при распознавании речи — сегментация распознаваемых объектов. Речь не разбита на дискретные единицы, как печатный текст. Хотя кажется, что между словами в речи имеются четкие промежутки, часто это лишь иллюзия. При исследовании фактического физического речевого сигнала мы часто находим не уменьшающуюся интенсивность звука в границах слова. Действительно, снижение интенсивности речи так же вероятно в пределах слова, как и между словами. Эта особенность речи особенно заметна, когда мы слушаем, как кто-то говорит на неизвестном иностранном языке. Речь кажется непрерывным потоком звуков без очевидных границ слов. Именно знание нашего собственного языка ведет к иллюзии границ слова.

В пределах отдельного слова существуют еще бульшие проблемы с сегментацией. Эти проблемы включают в себя идентификацию *фонем*. Фонемы — это основной набор звуков речи; именно с их помощью мы распознаем слова[1]. Фонема определяется как минимальная единица речи, которая может обусловливать различия в произнесенных сообщениях. В качестве иллюстрации рассмотрим слово *bat*. В этом слове есть три фонемы: [b], [a] и [t]. При замене [b] на фонему [p], мы получим *pat*; заменив [a] на [i], мы получим *bit*; заменив [t] на [n], мы получим *ban*. Очевидно, не всегда существует однозначное соответствие между буквами и фонемами. Например, слово *one* состоит из фонем [w], [a] и [n]; *school* состоит из фонем [s], [k], [u] и [l]; *knight* состоит из [n], [i] и

---

* *Андерсон Д.Р.* Когнитивная психология. СПб.: Питер, 2002. С. 63—71, 371—380.

[1] Массаро предполагает, что основными перцептивными единицами являются комбинации гласных—согласных и согласных—гласных. (См.: *Massaro D.W.* Modeling multiple influences in speech perception // Computational psycholingvistics: A and connectionist models of human language processing / A. Dijkst, K. de Smedt (Eds.). London: Taylor and Francis, 1996. P. 85—113)

[t]. Именно отсутствие точного соответствия между буквами и звуками делает трудной английскую орфографию.

Проблема сегментации возникает, когда фонемы, образующие произносимые слова, должны быть идентифицированы. Трудность состоит в том, что речь непрерывна и фонемы не дискретны, в отличие от букв на напечатанной странице. Сегментация на этом уровне подобна распознаванию написанного от руки сообщения, где одна буква переходит в другую. Кроме того, разные люди по-разному произносят одни и те же фонемы, подобно тому, как обладают разным почерком. Разница между говорящими особенно очевидна, когда человек впервые пытается понимать говорящего с сильным и незнакомым акцентом, например, когда американец пытается понять австралийца. Но анализ речевого сигнала показывает, что даже среди говорящих с тем же самым акцентом существуют значительные вариации. Например, голоса женщин и детей обычно намного выше, чем голоса мужчин.

Еще одна трудность в восприятии речи включает в себя феномен, известный как коартикуляция[2]. Когда артикуляционный аппарат производит один звук, скажем [b] в *bag*, он начинает принимать форму, требующуюся для [a]. Когда он производит звук [a], он начинает принимать форму, требующуюся для [g]. В действительности различные фонемы накладываются друг на друга. Это создает дополнительные трудности при сегментации фонем, и это также означает, что фактический звук, произведенный для одной фонемы, будет определен контекстом, который образуют другие фонемы.

Считается, что восприятие речи включает в себя специализированные механизмы, которые выходят за рамки общих механизмов слухового восприятия. <...> Кроме того, есть пациенты, которые в результате поражения левой височной доли утратили способность лишь слышать речь[3]. Их способность обнаруживать и распознавать другие звуки не нарушена, как и их способность говорить. Таким образом, их нарушение касается только восприятия речи. Иногда этим пациентам в некоторой степени удается распознать речь, если она очень медленная[4], и это наводит на мысль, что отчасти их проблема может заключаться в сегментации речевого потока.

Распознавание речи включает в себя сегментацию фонем в непрерывном потоке речи.

---

[2] См.: *Liberman A.M.* The grammars of speech and language // Cognitive Psychology. 1970. Vol. 1. P. 301–323.

[3] См.: *Goldstein M.N.* Auditory agnosia for speech («pure word deafness»): A historical review with current implications // Brain and Language. 1974. Vol. 1. P. 195–204.

[4] См.: *Okada S., Hanada M., Hattori H., Shoyama T.* A case of pure word-deafness // Studio Phonologica. 1963. Vol. 3. P. 58–65.

Анализ особенностей речи

В основе восприятия речи, по-видимому, лежат почти такие же процессы, как подетальный анализ и комбинация деталей при зрительном распознавании. Как и отдельные буквы, отдельные фонемы можно рассматривать как характеризующиеся некоторым числом особенностей. Эти особенности связаны с тем, как порождена фонема. Фонемы могут различаться по таким признакам, как «согласные—гласные», «звонкие—глухие» и по месту артикуляции[5]. *Согласные* фонемы по звучанию отличаются от гласных. *Звонкие* фонемы получаются в результате вибрации голосовых связок. Например, сравните, как вы произносите *пот* и *дот*, *трупы* и *трубы*, *фон* и *вон*. Вы можете обнаружить это различие, поместив пальцы на вашей гортани, когда вы произносите эти звуки. Гортань будет вибрировать при звонком согласном.

Местом артикуляции называется место, в котором речевой канал закрыт или сжат при произнесении фонемы. (Он закрыт в определенной точке при произнесении большинства согласных.) Например, звуки [п] и [м] относятся к билабиальным, так как при их произнесении губы закрыты. Фонемы [ф] и [в] считаются лабио-дентальными, так как при их произнесении нижняя губа прижата к передним зубам. Фонемы [т], [д], [н], [л] и [р] — альвеолярными, потому что язык прижат к альвеолам. Фонемы [к] и [г] — задненёбные, потому что язык прижат к мягкому нёбу, или нёбной занавеске в задней части нёба.

Рассмотрим фонемы [п], [б], [т] и [д]. Все четыре — согласные, однако различаются по звучанию и месту артикуляции. В табл. 1 эти четыре согласных звука классифицированы в соответствии с этими двумя особенностями.

Таблица 1

Классификация звуков [б], [п], [д] и [т] по звонкости—глухости и месту артикуляции

Место артикуляции	Звонкие	Глухие
	[б]	[п]
Альвеолярные	[д]	[т]

Существует немало доказательств роли таких особенностей в восприятии речи. Например, Миллер и Найсли[6] предлагали испытуемым попытаться на фоне шума опознать такие согласные, как [б], [д], [п] и [т]. На самом деле испытуемым предъявлялись звуки [ба], [да], [па] и [та]. Испытуемые оказывались сбитыми с толку, полагая, что они слышали один звук, когда в действительности предъявлялся другой. Экспериментаторов интересовало, какие звуки будут путать между собой испытуемые. Казалось вероятным, что испытуемые будут наиболее часто пу-

[5] См.: *Chomsky N., Halle M.* The sound pattern of English. N.Y.: Harper, 1968.

[6] См.: *Miller G.A., Nicely P.* An analysis of perceptual confusions among some English consonants // Journal of the Acoustical Society of America. 1955. Vol. 27. P. 338—352.

тать согласные, которые различались между собой только единственной особенностью, и это предположение подтвердилось. Например, когда предъявлялся звук [п], испытуемые чаще полагали, что они слышат [т], чем что они слышат [д]. Фонема [т] отличается от [п] только местом артикуляции, тогда как [д] отличается и местом артикуляции, и звучанием. Точно так же испытуемые, которым предъявлялся звук [б], чаще полагали, что они слышат [п], чем что они слышат [т].

Этот эксперимент — ранняя демонстрация типа логики, которую мы наблюдали в исследовании распознавания буквы, проведенном Кинни, Марсеттой и Шоуменом[7]. Когда испытуемый может идентифицировать только набор особенностей, лежащих в основе паттерна (в этом случае паттерном является фонема), ответы испытуемого будут отражать смешение фонем, имеющих один и тот же набор особенностей.

Фонемы распознаются в терминах особенностей, характеризующих их произнесение, таких как место артикуляции и звучание.

Категорическое восприятие

Особенности фонем связаны с тем, как они произносятся. Каковы свойства акустического стимула, который кодирует эти особенности произношения? Эта проблема была особенно хорошо изучена относительно звучания. При произнесении таких согласных, как [б] и [п], происходят две вещи: сомкнутые губы открываются, выпуская воздух, и голосовые связки начинают вибрировать (звучать). В случае звонкого согласного звука [б] выпуск воздуха и вибрация голосовых связок происходят почти одновременно. В случае глухого согласного звука [п] выпуск воздуха происходит на 60 *мс* раньше, чем начинается вибрация. При восприятии звонкого согласного по сравнению с глухим мы воспринимаем присутствие или отсутствие 60-миллисекундного интервала между выпуском воздуха и звучанием. Этот период времени называется временем начала звучания. Различия между звуками [п] и [б] показаны на рис. 1. Подобные различия

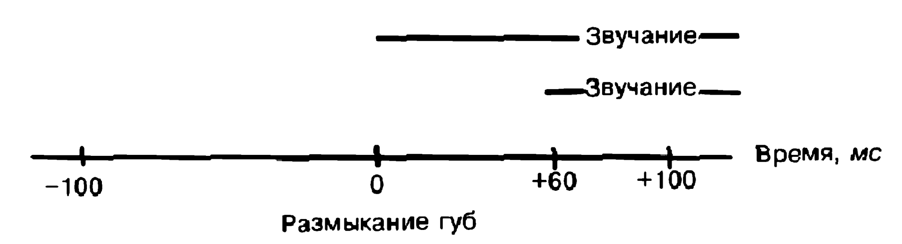


Рис. 1. Различие между произнесением звуков [б] и [п]; задержка между размыканием губ и звучанием в случае звука [п][8]

[7] См.: *Kinney G.C, Marsetta M., Showman D.J.* Studies in display symbol legibility, part XXI. The legibility of alphanumeric symbols for digitized television (ESD-TR-66-117). Bedford: The Mitre Corporation, 1966.

[8] См.: *Clark H.H., Clark E.V.* Psychology and language. N.Y.: Harcourt Brace Jovanovich, 1977.

существуют и в других парах звонких—глухих согласных, таких как [д] и [т]. Итак, на восприятие фонем влияет задержка между моментом выпуска воздуха и началом вибрации голосовых связок.

Лискер и Абрамсон[9] провели эксперименты с искусственными (генерируемыми компьютером) стимулами, в которых задержка между выпуском воздуха и звучанием варьировала от −150 *мс* (звучание за 150 *мс* до выпуска воздуха) до +150 *мс* (звучание через 150 *мс* после выпуска воздуха). Задача состояла в том, чтобы выделить, какие звуки были звуком [б], а какие — звуком [п]. На рис. 2 представлен график, на котором в процентах указано количество случаев идентификации звуков [б] и [п]. На большей части континуума испытуемые в 100% случаев сходились во взглядах на то, что они слышали, но имеется резкое изменение ответов от [б] к [п] приблизительно за 25 *мс*. При времени начала звучания в 10 *мс* испытуемые почти единодушно соглашаются с тем, что предъявляется звук [б]; при времени начала звучания в 40 *мс* испытуемые почти единодушно соглашаются с тем, что предъявляется звук [п]. Из-за этой четкой границы между звонкой и глухой фонемами восприятие этой особенности называется категорическим. ***Категорическое восприятие*** — это восприятие стимулов как принадлежащих к разным категориям и неспособность воспринимать градации между стимулами в пределах одной категории.

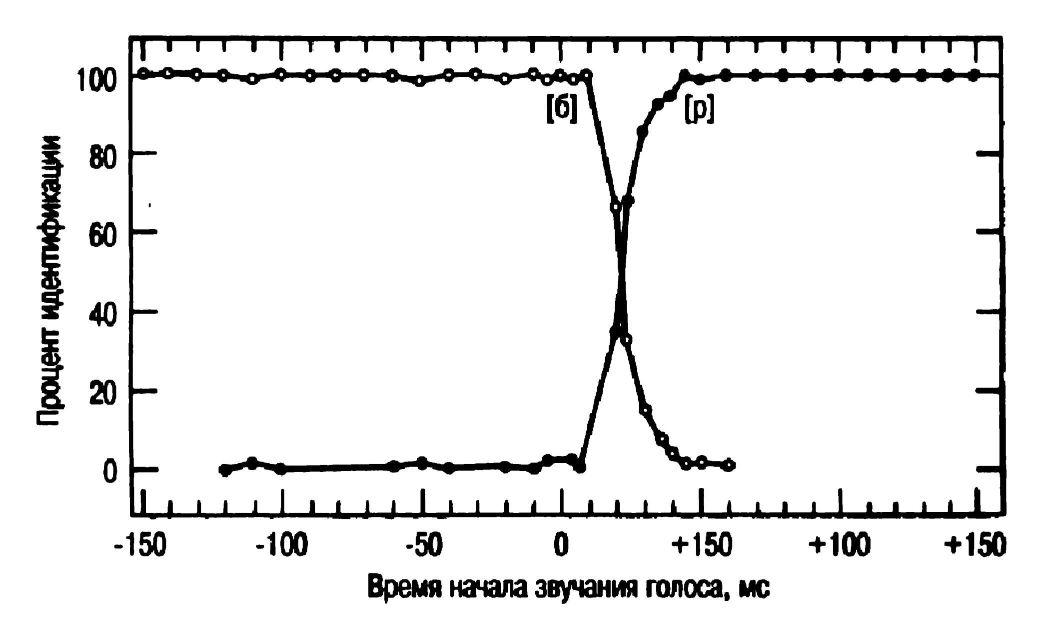


Рис. 2. Процент идентификации звука [б] по сравнению со звуком [п] как функция времени начала звучания голоса. Резкое изменение этих функций происходит приблизительно за 25 *мс*[10]

[9] См.: *Lisker L., Abramson A.* The voicing dimension: Some experiments in comparative phonetics // Proceedings of Sixth International Congress of Phonetic Sciences, Prague. 1967. Prague: Academia, 1970.

[10] Там же.

Другое доказательство категорического восприятия речи получено в исследованиях установления различий[11]. Испытуемые очень плохо устанавливают различия между парой звуков [б] или парой звуков [п], которые отличаются по времени начала звучания. Но они хорошо различают пары, имеющие то же самое различие во времени начала звучания, но где один звук идентифицирован как [б], а другой — как [п]. По-видимому, испытуемые могут идентифицировать только фонематическую категорию звука и не способны делать акустическое различение в пределах этой фонематической категории. Таким образом, испытуемые способны различать между собой два звука, только если они находятся по разные стороны фонематической границы.

Существуют, по крайней мере, две точки зрения по вопросу о том, что именно имеется в виду под категорическим восприятием. Более слабая точка зрения состоит в том, что мы оцениваем стимулы как относящиеся к различным категориям. Кажется, нет сомнений в том, что восприятие фонем в этом смысле категорическое. Более сильная точка зрения состоит в том, что мы не можем устанавливать различие между стимулами в пределах одной категории. Массаро выступил против этой точки зрения и доказал, что имеется некоторая резидуальная способность устанавливать различия в пределах категорий[12]. Он также доказал, что плохое установление различий в пределах категории может отражать склонность испытуемых говорить, что стимулы в пределах категории одинаковы, даже когда имеются заметные различия.

Другое направление исследований, представляющих доказательства использования особенностей звучания в распознавании речи, включает в себя парадигму адаптации. Эймас и Корбит предлагали испытуемым слушать повторные предъявления звука [да][13]. Этот звук включает в себя звонкий согласный [д]. По мысли экспериментаторов, это постоянное повторение звонкого согласного могло бы утомить, или адаптировать, детектор этой особенности, который отвечал на присутствие звучания. Затем они предъявили испытуемым последовательности искусственных звуков, которые располагались вдоль акустического континуума, — типа находящихся между [ба] и [па] (как в упоминавшемся выше исследовании Ликерта и Абрамсона). Испытуемые должны были указать, звучит ли каждый из этих искусственных стимулов скорее как звук [ба] или как звук [па]. (Вспомните, что единственная особенность, по которой различаются между собой звуки [ба] и [па], — это звонкость.) Эймас и Корбит обнаружили, что некоторые из искусственных стимулов, которые испытуемые обычно назы-

---

[11] См.: *Studdert-Kennedy M.* Speech perception // N.J. Lass (Ed..). Contemporary issues in experimental phonetics. Springfield: Charles C. Thomas, 1976.

[12] См.: *Massaro D.W.* Broadening the domain of the fuzzy logical model of perception // Cognition: Conceptual and methodological issues / H.L. Pick, Jr. P. Van den Broek, D.C. Knill (Eds.). Washington: American Psychological Association, 1992. P. 51–84.

[13] См.: *Eimas P.D., Corbit J.* Selective adaptation of linguistic feature detectors // Cognitive Psychology. 1973. Vol. 4. P. 99–109.

вали звонким [ба], они теперь назвали глухим [па]. Таким образом, повторное предъявление звука [да] утомило детектор особенности «звонкий» и подняло порог для обнаружения звучания в [ба], приводя к тому, что для испытуемых многие прежние стимулы [ба] звучали как [па].

Люди склонны воспринимать фонемы как относящиеся к определенным категориям, даже когда они отличаются по одному непрерывному измерению.

Контекст и распознавание паттернов

До сих пор мы рассматривали распознавание паттерна так, как будто единственной информацией, доступной системе распознавания паттерна, была информация, содержащаяся в распознаваемом физическом стимуле. Но дело обстоит не так. Объекты существуют в контексте, и мы можем использовать эти контексты, чтобы облегчить распознавание объекта. Рассмотрим пример на рис. 3. Мы воспринимаем эти символы как *THE* и *CAT* даже при том, что символы, обозначающие *A* и *H*, идентичны. Общий контекст, заданный словами, вынуждает давать соответствующую интерпретацию. Когда контекст или общее знание о мире направляет восприятие, мы называем это обработкой по принципу *сверху—вниз*, потому что общее знание высшего уровня влияет на интерпретацию перцептивных единиц низшего уровня. Общая проблема в восприятии касается того, как такие нисходящие влияния объединяются с информацией, идущей *снизу—вверх* от стимула.

Одно важное направление исследования нисходящих влияний берет начало от ряда экспериментов на идентификацию букв, проведенных Рейчером[14] и Уилером[15]. Испытуемым на очень краткий промежуток времени предъявляли букву (например, *D*) или слово (например, *WORD*). Сразу после этого им давали пару вариантов ответа и инструкцию сообщить, который вариант они видели. (Первоначальное предъявление было достаточно кратковременным, чтобы испытуемые делали много ошибок в этой задаче на идентификацию.) Если им показывали букву *D*, то могли дать в качестве альтернатив буквы *D* и *K*. Если им показывали слово *WORD*, то могли дать в качестве альтернатив слова *WORD* и *WORK*. Обратите внимание, что эти два слова отличаются только на одну букву — *D* или *K*. Испытуемые были приблизительно на 10% более точны при предъявлении слов. Таким образом, они более точно устанавливали различие между буквами *D* и *K* в контексте слова, чем когда это были одиночные буквы, даже при том, что в некотором смысле в контексте слова они должны были обрабатывать в четыре раза больше букв. Это явление известно как эффект схватывания слова.

---

[14] См.: *Reicher G.* Perceptual recognition as a function of meaningfulness of stimulus material // Journal of Experimental Psychology. 1969. Vol. 81. P. 275–280.

[15] См.: *Wheeler D.D.* Processes in word recognition // Cognitive Psychology. 1970. Vol. 1. P. 59–85.

TAE CAT

Рис. 3

Румельхарт и Сипл[16] и Томпсон и Массаро[17] объяснили, почему испытуемые более точны, когда имеют дело со словом. Предположим, что испытуемые способны идентифицировать первые три буквы как *WOR*. Теперь рассмотрим, сколько слов с четырьмя буквами совместимы с началом *WOR*: *WORD* (слово), *WORK* (работа), *WORM* (червь), *WORN* (одетый), *WORT* (трава). Предположим, что испытуемые обнаруживают только кривую линию в основании четвертой буквы. В контексте начала *WOR* они знают, что стимул должен быть словом *WORD*. Но когда буква предъявляется одна и испытуемые обнаруживают кривую, они не будут знать, была ли это буква *B*, *D*, *C*, *O* или *Q*, так как в каждой из этих букв есть такая кривая. Таким образом, в контексте начала *WOR* испытуемые должны только обнаружить кривую, чтобы идентифицировать четвертую букву как *D*, но когда буква предъявляется одна, они должны обнаружить большее количество особенностей, чтобы быть способными однозначно идентифицировать букву. Обратите внимание, что этот анализ подразумевает, что восприятие — это процесс, в значительной степени основанный на выведении заключения. При этом испытуемый не видит, что *D* лучше в контексте *WOR*; скорее, испытуемый приходит к выводу, что *D* — четвертая буква. Но испытуемый не осознает этих выводов; скорее, испытуемого просят делать неосознанные выводы в процессе восприятия. Обратите внимание, что испытуемый в этом примере не осознает тот факт, что кривая в основании буквы была обнаружена, иначе имелась бы возможность выбрать между *D* и *K*. Скорее, испытуемый осознает только слово или букву, которую логически вывела перцептивная система.

Этот пример иллюстрирует избыточность многих сложных стимулов типа слов. Эти стимулы имеют намного больше особенностей, чем требуется, чтобы отличить один стимул от другого. Таким образом, восприятие может протекать успешно, когда распознаны лишь некоторые из особенностей, а информация об оставшихся особенностях получена из контекста. В языке эта избыточность существует на многих уровнях помимо уровня особенностей. Например, существует избыточность на уровне букв. Мы не должны воспринимать каждую букву в последовательности слов, чтобы прочитать ее. Длх илхюсхрахии хтохо я хогх

---

[16] См.: *Rumelhart D.E., Siple P.* Process of recognizing tachistoscopically presented words // Psychological Review. 1974. Vol. 81. P. 99–118.

[17] См.: *Thompson M.C., Massaro D.W.* Visual information and redundancy in reading // Journal of Experimental Psychology. 1973. Vol. 98. P. 49–54.

захенхть хажхую хрехью хукху пхедхожхних на «х», х вы хем хе мехее хмохетх егх прхчихатх — хохя и хспхтыхая хекхтохые хатхудхенхя[18].

Контекст слова может быть использован для получения информации о дополнительных особенностях при распознавании букв.

Контекст и речь

Существуют такие же хорошие доказательства роли контекста в восприятии речи. Хорошей иллюстрацией является *эффект восстановления фонемы*, продемонстрированный в эксперименте, проведенном Уорреном[19]. Он предлагал испытуемым прослушать предложение: *The state governors met with their respective legislatures convening in the capital city* («Губернаторы встретились с законодательными органами своих штатов, собравшимися в столице»), — заменив на 120 *мс* среднюю *s* в слове *legislatures* на чистый тон. Но только один из двадцати испытуемых сообщил, что слышал чистый тон, и этот испытуемый не мог правильно определить его местонахождение.

Интересным продолжением этого первого исследования был эксперимент Уоррена и Уоррена[20]. Они предъявляли испытуемым предложения, подобные следующим:

It was found that the *eel was on the axle.

It was found that the *eel was on the shoe. It was found that the *eel was on the orange.

It was found that the *eel was on the table.

В каждом случае * обозначает фонему, замененную неречевым звуком. Для этих четырех предложений испытуемые сообщали, что слышали слова wheel, heel, peel и meal в зависимости от контекста[21]. Важно отметить, что эти предложения идентичны вплоть до критического слова. Идентификация критического слова определена тем, что происходит после него. Таким образом, идентификация слов часто не происходит мгновенно, а может зависеть от восприятия последующих слов.

При распознавании речи контекстная информация может дополнять информацию об особенностях речи.

[18] См.: *Lindsay P.H., Norman D.A.* Human information processing. N.Y.: Academic Press, 1977. (Пример адаптирован.)

[19] См.: *Warren R.M.* Perceptual restorations of missing speech sounds // Science. 1970. Vol. 767. P. 392–393.

[20] См.: *Warren R.M., Warren R.P.* Auditory illusions and confusions // Scientific American. 1970. Vol. 223. P. 30–36.

[21] С этими словами предложения переводятся на русский язык следующим образом: «Было обнаружено, что колесо на оси», «Было обнаружено, что каблук на туфле», «Было обнаружено, что кожица на апельсине», «Было обнаружено, что еда на столе». — *Пер. источника.*

Контекст и распознавание лиц и картин

Пока наше обсуждение сосредоточивалось на роли контекста в восприятии напечатанного и выраженного словами материала. Когда мы обрабатываем другие сложные паттерны, такие как лица, очевидно, имеет место то же самое взаимодействие между особенностями стимула и контекстом, которое отмечается в случае с языковыми стимулами. Рассмотрим рис. 4, который взят из книги Палмера[22]. Он указывает, что в контексте лица требуется очень немного информации об особенностях стимула для распознавания отдельных частей, таких как нос, глаз, ухо или губы. Напротив, когда эти части представлены изолированно, требуется значительно больше деталей, чтобы сделать возможным их распознавание. <...>

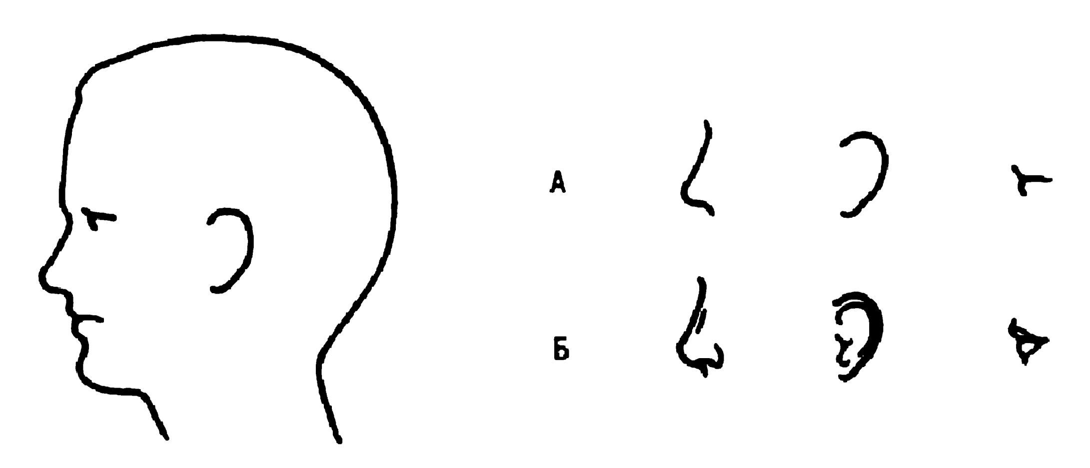


Рис. 4. Лицевые особенности в контексте лица и вне его

В контексте лица необходима минимальная информация, но те же самые минимальные особенности нелегко распознать в ряду *А*. Нужно обеспечить более сложную внутреннюю структуру особенностей, чтобы сделать возможным распознавание, как в ряду *Б*

Контекстная информация может использоваться, чтобы дополнять информацию об особенностях при распознавании лиц и картин. <...>

Понимание языка

Обсуждая вопрос понимания языка, мы рассмотрим понимание в процессе как слушания, так и чтения. Часто полагают, что процесс слушания является более фундаментальным. Но и при слушании, и при чтении задействованы многие общие факторы. Выбор материала исследования — письменного или устного —

[22] См.: *Palmer S.E.* The effects of contextual scenes on the identification of objects // Memory & Cognition. 1975. Vol. 3. P. 519–526.

определяется с учетом удобства манипулирования им в ходе эксперимента. Это означает, что в большинстве случаев исследовался письменный материал.

Выделяют три стадии понимания. Первая стадия включает в себя процесс восприятия, с помощью которого первоначально кодируется акустическое или письменное сообщение. Вторая называется стадией синтаксического анализа. *Синтаксический анализ* — это процесс, при котором слова в сообщении преобразуются в ментальную репрезентацию совместного значения слов. Третья стадия — это стадия *использования*, в которой адресат фактически использует ментальную репрезентацию значения предложения. Если предложение является утвердительным, то слушатели просто сохраняют значение в памяти; если это вопросительное предложение, то они дают ответ; если это повеление, то они подчиняются. Но слушатели не всегда столь уступчивы. Они могут использовать утверждение о погоде, чтобы сделать вывод о личности собеседника, они также могут отвечать вопросом на вопрос или же делать диаметрально противоположное тому, о чем просит собеседник. Эти три стадии — восприятие, синтаксический анализ и использование — следуют друг за другом при необходимости; но они могут и частично накладываться друг на друга. В то время как слушатели воспринимают вторую часть предложения, они уже делают вывод о первой его части. <...>

Синтаксический анализ

Компонентная структура

Структура языка определяется набором правил, которые позволяют перейти от отдельного ряда слов к интерпретации значения этого ряда. Например, в английском языке мы знаем, что, если мы слышим последовательность «существительное — действие — существительное», говорящий имеет в виду, что инстанция первого существительного выполнила действие над инстанцией второго существительного. И наоборот, если предложение имеет последовательность «на существительное подействовало существительное», говорящий имеет в виду, что инстанция второго существительного выполнила действие над инстанцией первого существительного. Таким образом, знание синтаксической структуры английского языка позволяет нам видеть различие между предложениями: «Врач застрелил адвоката» и «Врач был застрелен адвокатом».

Обучаясь понимать язык, человек усваивает множество правил, которые кодируют различные лингвистические паттерны в языке и соотносят эти паттерны с интерпретацией значений. Но невозможно выучить правила для каждого паттерна предложения, так как предложения бывают длинными и сложными. Потребовалось бы значительное (вероятно, бесконечное) число паттернов, чтобы закодировать все возможные формы предложения. Хотя мы еще не научились интерпретировать все возможные паттерны целого предложения, но

мы уже можем интерпретировать субпаттерны, т.е. словосочетания в этих предложениях, и объединять, или связывать, интерпретации этих субпаттернов. Эти субпаттерны соответствуют основным фразам, или модулям, в структуре предложения. Эти фразовые модули иначе называются *компонентами*. [Ранее] мы обсуждали данные, подтверждающие психологическую реальность структуры фразы при генерировании языка. Ниже мы рассмотрим несколько свидетельств психологической реальности использования компонентной структуры при понимании.

Казалось бы, чем более опознаваема компонентная структура предложения, тем легче данное предложение для понимания. Граф и Торри предъявляли испытуемым предложения, разбив их на отдельные строки[23]. Эти отрывки могли быть представлены как в форме *А*, в которой каждая линия соответствует границе основного компонента, так и в форме *Б*, в которой применена другая последовательность. Ниже приведены примеры двух типов отрывков.

Испытуемые лучше понимали отрывки из формы *А*. Это указывает на то, что выявление компонентной структуры важно для синтаксического анализа предложения.

Форма А

В течение Второй мировой войны
даже фантастические схемы
принимались во внимание,
если казалось, что они помогут
в прекращении конфликта.

Форма Б

В течение Второй мировой
войны даже фантастические
схемы принимались
во внимание, если казалось, что они
помогут в прекращении конфликта.

Когда люди читают подобные отрывки, они машинально делают паузу на границах между смысловыми группами. Ааронсон и Скарборо предложили испытуемым прочитать слово за словом предложение, показанное на экране компьютера[24]. Когда испытуемые хотели прочитать новое слово, они должны были нажать клавишу. На рис. 5 показан паттерн времени чтения предложения с целью последующего воспроизведения. Обратите внимание на V-образные паттерны с длительными паузами на границах фраз. По-видимому, после прочтения каждой главной фразы участникам требуется время, чтобы обработать информацию.

Когда человек обработал компонент или фразу, уже нет необходимости ссылаться на конкретные слова в данном компоненте. Это связано с тем, что такие компоненты являются естественными смысловыми единицами, а интерпретация слов может завершиться ближе к границе компонента. Таким образом, мы

---

[23] См.: *Graf P., Torrey J.W.* Perception of phrase structure in written language // American Psychological Association Convention Proceedings. 1966. P. 83–88.

[24] См.: *Aaronson D., Scarborough H.S.* Performance theories for sentence coding: Some quantitative models // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1977. Vol. 16. P. 277–304.

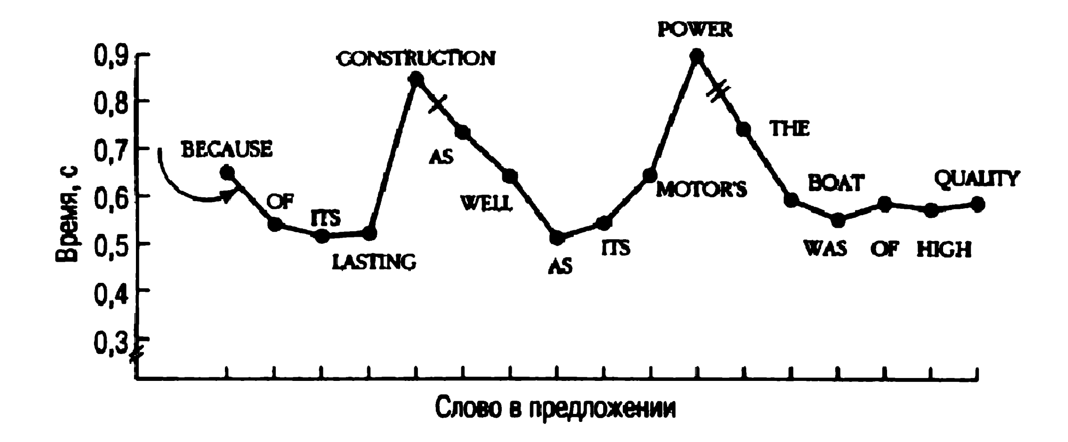


Рис. 5. Время пословного чтения предложения. Черточки на графике обозначают границы между фразовыми структурами[25]

можем прогнозировать, что испытуемые будут хуже запоминать точную словесную форму выражения компонента после завершения синтаксического анализа одного компонента и начала анализа другого. Эксперимент Джарвеллы[26] подтверждает это предположение. Он читал участникам отрывки, которые прерывал в разных местах. В паузах испытуемых просили записать прочитанный отрывок как можно полнее. Интерес представляли отрывки, заканчивавшиеся предложениями, в составе которых было 13 слов. Вот пример такого предложения.

1	2	3	4	5	6	
Having	failed	to	disprove	the	charges,	
7	8	9	10	11	12	13
Taylor	was	later	fired	by	the	president.

(Поскольку Тейлор не смог опровергнуть обвинений, позднее он был уволен президентом.)

Сразу после завершения чтения участникам напоминали первое слово предложения и просили восстановить остальные слова. Каждое предложение состояло из придаточного предложения из 6 слов, за которым следовало главное

[25] См.: *Aaronson D., Scarborough H.S.* Performance theories for sentence coding: Some quantitative models // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1977. Vol. 16. P. 277-304.

[26] См.: *Jarvella R.J.* Syntactic processing of connected speech // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1971. Vol. 10. P. 409–416.

предложение из 7 слов. На рис. 6 показан график вероятности вспоминания каждого из 12 слов в предложении (исключая первое слово, которое использовалось как подсказка). Обратите внимание на резкий подъем функции на 7 слове, т.е. в начале главного предложения. Эти данные указывают на то, что испытуемые лучше помнят последний главный компонент, и этот результат подтверждает гипотезу о том, что испытуемые дословно запоминают только последний главный компонент.

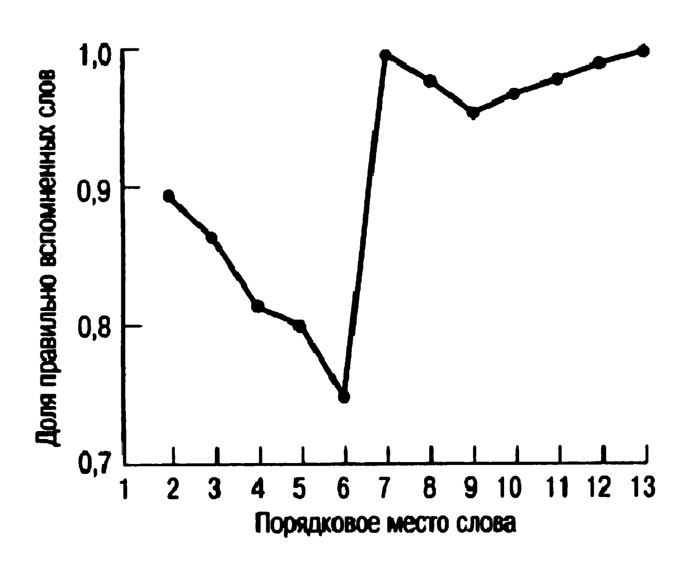


Рис. 6. Вероятность вспоминания слова как функция его порядкового места среди последних 12 слов отрывка[27]

В эксперименте Каплана также получены доказательства использования компонентной структуры, но в этом исследовании использовался метод, основанный на измерении времени реакции[28]. Испытуемым сначала устно предъявляли предложения, а затем — тестовое слово; после этого их просили как можно быстрее определить, присутствовало ли тестовое слово в предложении. Каплан сравнивал пары предложений, подобные следующей.

1. *Now that artists are working fewer hours oil prints are rare.* (Теперь, когда художники работают меньшее время, масляные оттиски становятся раритетом.)

2. *Now that artists are working in oil prints are rare.* (Теперь, когда художники работают маслом, оттиски становятся раритетом.)

Интерес исследователей был сосредоточен на том, чтобы узнать, насколько быстро участники опознают слово *oil*, когда оно стоит в конце каж-

---

[27] Адаптировано из: *Jarvella R.J.* Syntactic processing of connected speech // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1971. Vol. 10. P. 409–416.

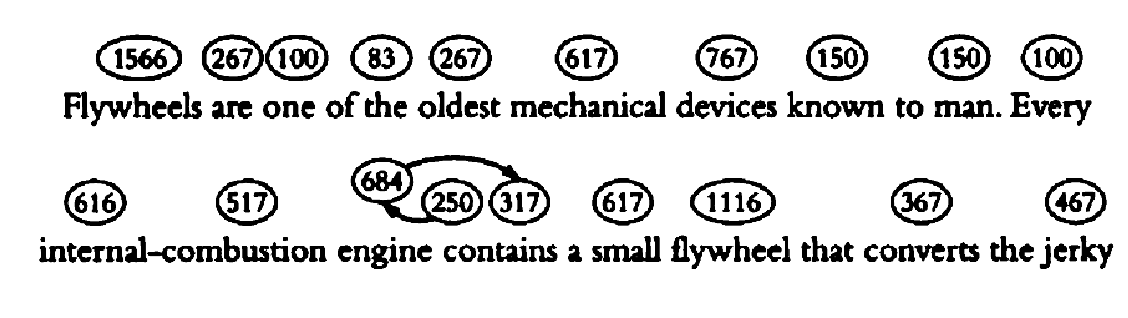
[28] См.: *Caplan D.* Clause boundaries and recognition latencies for words in sentences // Perception and Psychophysics. 1972. Vol. 12. P. 73–76.

дого из двух предложений. Предложения были составлены так, чтобы в них обоих слово *oil* было четвертым с конца, а за ним следовали одни и те же слова. На самом деле путем монтажа пленки Каплан предъявлял стимул так, чтобы участники слышали ту же самую запись этих последних четырех слов, каким бы ни было все предложение. Но в предложении 1 слово *oil* является элементом последнего компонента — *oil prints are rare*, — тогда как в предложении 2 это слово принадлежит первому компоненту — *now that artists are working in oil.* Каплан предположил, что участники быстрее опознают слово *oil* в предложении 1, потому что в их памяти все еще активна репрезентация этого компонента. Как он и предполагал, тестовое слово опознается быстрее, если оно находится в последнем компоненте. Испытуемые обрабатывают значение предложения по одной фразе и сохраняют доступ к фразе только во время обработки ее значения.

Незамедлительность интерпретации

Один из важных принципов, применяемых в исследованиях обработки языка, называется принципом *незамедлительности интерпретации.* По существу, этот принцип гласит, что люди пытаются извлечь максимально возможный объем значения из каждого слова в момент его произнесения, а не ждут конца предложения или даже конца фразы, для того чтобы решить, как интерпретировать слово. Например, Джаст и Карпентер изучали движения глаз испытуемых в процессе чтения предложения[29]. Оказывается, что испытуемые останавливаются почти на каждом слове. Джаст и Карпентер обнаружили, что время, потраченное испытуемыми на остановку на слове, в основном пропорционально объему информации, содержащемуся в слове. Так, если предложение содержит относительно незнакомый или необычный термин, испытуемые дольше задерживаются на нем. Они также делают более продолжительную паузу в конце фразы, включающей данное слово. На рис. 7 показано время фиксации взгляда одного из студентов колледжа, читающего отрывок научного текста. Каждая задержка взгляда обозначена кругом, расположенным над точкой фиксации взгляда. Точки фиксации взгляда следуют слева направо, кроме относящихся к словосочетанию *engine contains*, где их порядок обозначен особо. Отметим, что несущественные служебные слова, например артикль *the*, могут пропускаться, а если не пропускаются, то обрабатываются сравнительно недолго. Обратите внимание на количество времени, потраченного на слово *flywheels*. Испытуемый не дожидается конца предложения, чтобы обдумать значение этого слова. Или же взгляните на количество времени, потраченного на информативное прилагательное *mechanical*, — испытуемый не ожидает до конца именной группы, чтобы обдумать его значение.

[29] См.: *Just M.A., Carpenter P.A.* A theory of reading: From eye fixations to comprehension // Psychological Review. 1980. Vol. 87. P. 329–354.



Маховое колесо — одно из старейших механических устройств, известных человеку. Каждый двигатель внутреннего сгорания содержит маленькое маховое колесо, которое преобразовывает толчкообразное движение поршней в гладкий поток энергии, который приводит в движение ведущий вал.

Рис. 7. Время, которое студент колледжа потратил на чтение слов в двух вводных предложениях технической статьи о маховых колесах. Время чтения, указанное выше соответствующего слова, выражено в миллисекундах. Этот студент читает предложения слева направо с одной обратной фиксацией в первой части[30]

Эта незамедлительность обработки подразумевает, что мы начнем осуществлять толкование предложения даже прежде, чем столкнемся с главным глаголом. Носители языков такого строя, как немецкий, в котором глагол ставится на последнее место, именно так и подходят к языку. Иногда это явление наблюдается и в английском в тех редких конструкциях, в которых глагол стоит последним. Рассмотрим, как мы обрабатываем следующее предложение.

It was the president whom the terrorist from the the Middle East *shot.*
(Террорист с Ближнего Востока застрелил именно президента.)

Не добравшись до слова *shot* («застрелил»), мы успели построить частичную модель того, что могло произойти между президентом и террористом.

Если человек обрабатывает содержание предложения по мере появления новых слов в нем, то может показаться странным наше рвение представить столько оснований важности границ структуры фразы. Это отражает только тот факт, что значение предложения определено в терминах структуры фразы, и, даже если слушатели попытаются извлечь все нюансы из каждого слова, останутся некоторые места, которые им удастся понять, лишь достигнув конца фразы. Таким образом, люди делают паузу на границе фразы, потому что часть информации невозможно обработать, пока фраза не закончена. Люди должны удерживать

[30] Адаптировано из: *Just M.A., Carpenter P.A.* A theory of reading: From eye fixations to comprehension // Psychological Review. 1980. Vol. 87. P. 329–354.

репрезентацию текущей фразы в памяти, потому что данная ими интерпретация может быть неправильна, вследствие чего они должны дать иную интерпретацию началу фразы. Те манипуляции, которые провели Граф и Торри, важны в том смысле, что они на перцептивном уровне сигнализируют читателю о конце фразы. Джаст и Карпентер в своем исследовании времени чтения обнаружили, что испытуемые склонны тратить дополнительное время в конце каждой фразы, подытоживая ее значение. Хотя на рис. 7 показан процесс чтения одного из испытуемых и сложности, с которыми он столкнулся, он содержит некоторые данные по времени подведения итога. Например, на некоторых именных группах типа *the oldest mechanical devices («старейшие механические устройства»), a small flywheel* («маленькое маховое колесо») и *the drive shafts* («ведущий вал») испытуемые дольше задерживают внимание на последнем существительном.

При обработке предложения человек пытается извлечь максимально возможное количество информации из каждого слова и тратит дополнительное время на подведение итога в конце каждой фразы.

Использование синтаксических сигналов

Основная задача синтаксического анализа предложения состоит в том, чтобы объединить значения отдельных слов и таким образом вывести значение целого предложения. Для решения этой задачи мы пользуемся двумя основными источниками информации. Первый источник — это порядок слов. Например, следующие два предложения хотя и состоят из одинаковых слов, но имеют разные значения.

Собака укусила кошку.
Кошка укусила собаку.

Другой источник понимания значения предложения — это использование служебных слов, таких как артикль *a* и относительное местоимение *who*, которые важны для синтаксического анализа, потому что являются признаками различных типов компонентов, например именной группы или относительного предложения. Рассмотрим следующий набор предложений.

1. The boy whom the girl liked was sick. (Мальчик, которого любила девочка, был болен.)
2. The boy the girl liked was sick. (Мальчик, любимый девочкой, был болен.)
3. The boy the girl and the dog were sick. (Мальчик, девочка и собака были больны.)

Предложения 1 и 2 эквивалентны, за исключением того, что в предложении 2 отсутствует местоимение *whom* («которого»). Предложение 2 более короткое, но ценой краткости является потеря сигнала о способе анализа предложения. В месте *the boy the girl* имеется неопределенность по вопросу о том, имеем ли мы

относительное предложение, как в предложении 1, или же союз, как в предложении 3. Если верно, что служебные слова (например, *whom*) используются, чтобы указать, как проанализировать предложение, то такие конструкции, как предложение 2, будут более трудны для анализа, чем конструкции, сходные с предложением 1.

Хейкс и Фосс[31] проверили эту гипотезу с помощью так называемой задачи на мониторинг фонем. Они использовали предложения с двумя придаточными типа следующих.

4. The zebra which the lion that the gorilla chased killed was running. (Зебра, которую убил лев, за которым гналась горилла, бежала.)
5. The zebra the lion the gorilla chased killed was running.

В предложении 5 отсутствуют относительные местоимения, поэтому его так легко перепутать с предложениями, имеющими структуру «существительное — союз». Испытуемых просили одновременно выполнять две задачи. Одна задача состояла в том, чтобы понять и перефразировать предложение. Вторая — в том, чтобы вычленить в потоке определенную фонему — в этом случае [g] (в слове *горилла*).

Хейкс и Фосс предположили, что чем труднее для понимания было предложение, тем больше времени потребуется испытуемым, чтобы вычленить целевую фонему, так как из-за задачи на понимание им было труднее сосредоточить внимание на мониторинге фонемы. Фактически предположение подтвердилось; испытуемым требовалось больше времени, чтобы обнаружить [*g*] в предложении 5 в котором отсутствовали относительные местоимения.

Доминирующий синтаксический сигнал в английском языке — это порядок слов. Например, человек, фигурирующий перед глаголом действия, обычно является агенсом. В других языках порядок слов не так строг; вместо этого в них используются флексии, указывающие на семантическую роль того или иного слова. В некоторых английских местоимениях присутствует маленький пережиток такой системы флексий. Например, местоимения *he* и *him*, I и *me* и т.д. различают агенс и объект. Мак-Дональд сравнила английский язык с немецким, который имеет более богатую систему флексий[32]. Она попросила испытуемых-англичан интерпретировать следующие предложения:

6. Him kicked the girl. (Его ударил девочку.)
7. The girl kicked he. (Девочка ударила он.)

[31] См.: *Hakes D.T., Foss D.J.* Decision processes during sentence comprehension: Effects of surface structure reconsidered // Perception and Psychophysics. 1970. Vol. 8. P. 413–416; *Hakes D.T.* Effects of reducing complement constructions on sentence comprehension // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1972. Vol. 11. P. 278–286.

[32] См.: *McDonald J.L.* The mapping of semantic and syntactic processing cues by first and second language learners of English, Dutch, and German // Unpublished doctoral dissertation. Carnegie-Mellon University. 1984.

Порядок слов в этих предложениях предполагает одну интерпретацию, в то время как флексия предполагает альтернативную интерпретацию. Англоговорящие испытуемые использовали признак порядка слова, интерпретируя фразу 6 со словом *him* как агенс, а слово *the girl* — как дополнение. Носители немецкого языка, оценивая аналогичные предложения на немецком языке, поступали наоборот. Интересно отметить, что двуязычные испытуемые, говорящие и по-английски и по-немецки, склонны интерпретировать английские предложения по схеме немецких предложений, отводя слову *him* в предложении 6 роль дополнения, а слову *the girl* роль агенса.

Слушатели используют такие синтаксические признаки, как порядок слов и флексии, чтобы облегчить интерпретацию предложения.

Семантический анализ

Очевидно, что люди используют синтаксические модели, подобные упомянутым выше, для понимания предложений, но они также могут использовать значения слов внутри предложения. Человек может определять значение ряда слов путем простого рассмотрения их сочетаний, при которых эти слова имеют смысл. То есть, когда Тарзан говорит *Jane fruit eat* (Джейн плод есть), мы понимаем, что он имеет в виду, даже если построение предложения противоречит синтаксису английского языка. Мы понимаем, что существует связь между тем, кто может что-либо есть, и тем, что можно съесть.

Имеются достаточные основания предполагать, что люди используют такие семантические стратегии при понимании языка. Стронер и Нельсон предлагали двух- и трехлетним детям разыграть с игрушками животных два следующих предложения[33].

Кошка гналась за мышкой.
Мышка гналась за кошкой.

В обоих случаях дети интерпретировали предложения так, что кошка гналась за мышкой, что соответствовало их знаниям о кошках и мышах. То есть эти маленькие дети в большей степени руководствовались семантическими паттернами, чем синтаксическими.

Филленбаум[34] просил взрослых людей перефразировать предложения, среди которых были «извращенные» элементы, например:

John was buried and died. (Джона похоронили, и он умер.)

[33] См.: *Strohner H., Nelson K.E.* The young child's development of sentence comprehension: Influence of event probability, nonverbal context, syntactic form, and strategies // Child Development. 1974. Vol. 45. P. 567–576.

[34] См.: *Fillenbaum S.* On coping with ordered and unordered conjunctive sentences // Journal of Experimental Psychology. 1971. Vol. 87. P. 93–98; *Fillenbaum S.* Pragmatic normalization: Further results for some conjunctive and disjunctive sentences // Journal of Experimental Psychology. 1974. Vol. 103. P. 913–921.

Более 60% испытуемых перефразировали предложения таким образом, чтобы они имели традиционное значение; например: Джон сначала умер, а затем был похоронен. Но нормальная синтаксическая интерпретация таких конструкций была бы такой, что первое действие произошло перед вторым, как в следующих предложениях.

Джон выпил и пошел на вечеринку.
В противоположность:
Джон пошел на вечеринку и выпил.

Таким образом, очевидно, что, когда семантический принцип противоречит синтаксическому принципу, именно семантический принцип будет иногда (но не всегда) определять интерпретацию предложения.

Иногда люди полагаются на правдоподобную семантическую интерпретацию слов в предложении.

Интеграция синтаксиса и семантики

По-видимому, слушатель комбинирует как синтаксическую, так и семантическую информацию в процессе понимания предложения. Тайлер и Марслен-Уилсон просили испытуемых попробовать продолжить следующие фрагменты[35]:

1. If you walk too near the runway, landing planes are... (Если вы идете совсем рядом со взлетно-посадочной полосой, приземляющиеся самолеты...)
2. If you've been trained a pilot, landing planes... (Если вы выучились на пилота, посадка самолетов...)

Фраза *landing planes*, взятая отдельно, является неоднозначной. Она может означать как «приземляющиеся самолеты», так и «посадка самолетов». Если за фразой следует глагол в форме множественного числа *are*, она, должно быть, имеет первое значение. Таким образом, синтаксические ограничения определяют значение неоднозначной фразы. Предшествующий контекст во фрагменте 1 совместим с этим значением, тогда как предшествующий контекст во фрагменте 2 — несовместим. Испытуемым требовалось меньшее время, чтобы продолжить фрагмент 1, что указывает на то, что они использовали и семантику предшествующего контекста, и синтаксис текущей фразы, чтобы разрешать неоднозначность фразы *landing planes*. Когда эти факторы находятся в противоречии, страдает понимание испытуемого[36].

---

[35] См.: *Tyler R., Marslen-Wilson W.* The on-line effects of semantic context on syntactic processing // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1977. Vol. 16. P. 683–692.

[36] Первоначальный эксперимент Тайлера и Марслен-Уилсона вызвал методологическую критику Таунсенда и Бевера (см.: *Townsend D.J., Bever T.G.* Natural units interact during language comprehension // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1982. Vol. 28. P. 681–703.) и Коуарта (см.: *Cowart W.* Reference relations and syntactic processing: Evidence of pronoun's influence

Бейтс, Мак-Нью, Мак-Уинни, Девесокви и Смит рассматривали проблему объединения синтаксиса и семантики в иной парадигме[37]. Они просили испытуемых интерпретировать набор слов типа следующего:

Chased the dog the eraser. (Преследовал собаку ластик.)

Какое значение вы приписали бы этому набору слов, если бы вам пришлось это сделать? Синтаксическое правило, в соответствии с которым дополнения следуют за глаголами, очевидно, подразумевает, что собаку преследовали, а ластик преследовал. Но семантика предлагает противоположное. Фактически американцы предпочитают подчиняться правилам синтаксиса в речи, но иногда прибегают и к семантической интерпретации — т. е. большинство скажет, что ластик преследовал собаку, но некоторые скажут, что собака преследовала ластик. С другой стороны, если набор слов такой:

Chased the eraser the dog. (Преследовала ластик собака),

то слушатели единогласны в интерпретации — а именно, что собака преследовала ластик.

В другой интересной части исследования Бейтс с коллегами сравнили американцев с итальянцами. Когда синтаксические признаки входили в противоречие с семантическими, итальянцы были склонны опираться на семантические признаки, тогда как американцы предпочитали синтаксические признаки. Наиболее ярко это проявилось в предложениях типа следующего:

Ластик кусает собаку, или, по-итальянски:
La gomma morde il cane.

Американцы почти всегда следовали синтаксическим признакам и интерпретировали это предложение так, что ластик производит действие «кусать». Напротив, итальянцы использовали семантические признаки и интерпретировали его как «собака кусает». При этом в итальянском языке, как и в английском, синтаксис построен по схеме «подлежащее — сказуемое — дополнение».

Таким образом, мы видим, что слушатели комбинируют синтаксические и семантические признаки при интерпретации предложения. Кроме того, значимость каждого класса признаков варьирует в зависимости от языка. Эти и другие данные показывают, что носители итальянского языка опираются на семантические признаки больше, чем носители английского языка.

Люди комбинируют синтаксические и семантические признаки при интерпретации предложения.

---

on a syntactic decision that affects naming // Indiana University Linguistics Club. 1983.). Ответ на эту критику можно найти в книге Тайлера и Марслен-Уилсона (*Marslen-Wilson W., Tyler L.K.* Against modularity // Modularity in knowledge representation and natural-language understanding / J.L Garfield (Ed.). Cambridge: MIT Press, 1987.).

[37] См.: *Bates A., McNew S., MacWhinney B., Devesocvi A., Smith S.* Functional constraints on sentence processing: A cross-linguistic study // Cognition. 1982. Vol. 77. P. 245–299.

М. Коул,
С. Скрибнер

Лингвистическая относительность: гипотеза Уорфа[*]

Американский исследователь языков индейцев Бенджамен Уорф утверждал, что язык — не средство выражения, не «упаковка» мыслей, а скорее форма, определяющая образ наших мыслей. Можно по-разному воспринимать и структурировать мир, и язык, который мы усваиваем в детстве, определяет наш особый способ видения и структурирования мира. Этот взгляд, в течение многих лет оказывавший существенное влияние на общественные науки, следующим образом сформулирован Уорфом:

> Было установлено, что основа языковой системы любого языка (иными словами, грамматика) не есть просто инструмент для воспроизведения мыслей. Напротив, грамматика сама формирует мысль, является программой и руководством мыслительной деятельности индивидуума, средством анализа его впечатлений и их синтеза <...> Мы расчленяем природу в направлении, подсказанном нашим родным языком. Мы выделяем в мире явлений те или иные категории и типы совсем не потому, что они (эти категории и типы) самоочевидны; напротив, мир предстает перед нами как калейдоскопический поток впечатлений, который должен быть организован нашим сознанием, а это значит в основном — языковой системой, хранящейся в нашем сознании. Мы расчленяем мир, организуем его в понятия и распределяем значения так, а не иначе, в основном потому, что мы — участники соглашения, предписывающего подобную систематизацию. Это соглашение имеет силу для определенного речевого коллектива и закреплено в системе моделей нашего языка. Это соглашение, разумеется, никак и никем не сформулировано и лишь подразумевается, и тем не менее *мы — участники этого соглашения*; мы вообще не сможем говорить, если только не подпишемся под систематизацией и классификацией материала, обусловленной указанным

---

* *Коул М., Скрибнер С.* Культура и мышление. М.: Прогресс, 1977. С. 55–80.

> соглашением <...> Мы сталкиваемся, таким образом, с новым принципом относительности, который гласит, что сходные физические явления позволяют создать сходную картину вселенной только при сходстве или по крайней мере при соотносительности языковых систем[1].

Гипотеза Уорфа об отношении между культурой и познавательными процессами содержит фактически два утверждения, которые лучше рассмотреть отдельно. Первое: группы людей, говорящие на разных языках, по-разному воспринимают и постигают мир. Это утверждение получило название гипотезы *лингвистической относительности.* Второе утверждение выходит за пределы простого предположения о том, что в познавательных процессах существуют различия, связанные с языковыми различиями. Утверждается, что язык является *причиной* этих различий. Эта доктрина *лингвистического детерминизма*, по существу, означает, что существует односторонняя причинная связь между языком и познавательными процессами.

Эта концепция явно выходит за рамки первоначально заинтересовавшего Уорфа вопроса о межкультурных различиях в мышлении и касается одной из фундаментальных проблем психологии. Что первично: язык или понятийное мышление? Эта проблема всегда была и до сих пор остается одной из самых спорных в психологии. Вокруг нее ведутся теоретические споры между ведущими генетическими психологами мира. Проблема языка и мышления служит наглядным примером того, как исследование межкультурных различий неизбежно приводит представителей общественных наук к рассмотрению тех основных процессов развития психики, которые, как предполагается, протекают одинаково у всех людей во всех культурах.

Крайние формы лингвистической относительности и детерминизма имели бы серьезные последствия не только для исследования человечеством самого себя, но и для изучения природы, поскольку они наглухо закрывают путь к объективному знанию. Если все наши знания о мире опосредствованы бесконечно изменчивыми избирательными и упорядочивающими механизмами языка, то все, что мы воспринимаем и переживаем, в некотором смысле произвольно. Оно в таком случае не обязательно связано с внешним миром — оно связано лишь с тем, что в нашей языковой группе принято говорить о внешнем мире. Изучение мира ограничилось бы только теми явлениями или чертами, которые закодированы в нашем языке, и возможность межкультурного обмена знаниями была бы если не исключена, то, во всяком случае, весьма ограничена.

К счастью, факты, имеющие отношение к гипотеза Уорфа, говорят о том, что влияние языка на восприятие и мышление не столь сильно, как предполагал Уорф. Удобнее всего рассматривать эти данные по тем отдельным аспектам языка, которые, по мнению Уорфа, оказывают влияние на познание. Первый аспект касается вопроса о том, каким образом отдельные значащие единицы языка

[1] См.: *Уорф Б.Л.* Наука и языкознание // Новое в лингвистике. М.: Иностранная литература, 1960. Вып. I. С. 169—182.

классифицируют мир (словарь или лексика языка). Второй аспект — «способы говорения», или правила комбинирования основных значащих единиц (грамматика языка). Уорф также считал, что эти аспекты языка связаны как с особенностями культуры (например, с отношением ко времени, к квантификации и т.д. в той или иной культуре), так и с *индивидуальными* особенностями (с процессами восприятия или мышления у отдельного человека).

Явления культуры, которые могут быть связаны с особенностями языка, чаще всего изучаются антропологами, тогда как поведение индивида является, прежде всего, сферой исследования психологов. Поскольку [нашей] целью <...> является ознакомление читателя с межкультурными исследованиями в психологии, мы предлагаем обзор лишь тех данных, которые относятся к уровню индивидуального поведения. Читатель должен иметь в виду, что обобщения этих фактов не обязательно соответствуют идеям Уорфа об общей природе отдельных аспектов *культуры* и что мы нисколько не умаляем значения культурологического анализа.

Мы также ограничиваемся рассмотрением лишь проблемы лингвистической *относительности*, т.е. положения о том, что группы людей, говорящие на разных языках, по-разному воспринимают мир, и не касаемся вопроса о языковой детерминации этих различий. Мы считаем, что предположения о причинных связях между языком, восприятием и мышлением, о которых идет речь в доктрине лингвистического *детерминизма*, требуют генетического исследования. Чтобы определить, какой познавательный процесс первичен: язык или мышление, следовало бы изучить, каким образом *изменения* в одних процессах (либо языковых, либо мыслительных) влияют на другие. Соответствующих фактических данных пока нет. Существующие межкультурные данные касаются лишь корреляций между этими процессами, но не позволяют изучать причинные связи.

Лексика

В работах Уорфа, содержащих богатый антропологический материал, можно найти множество примеров того, что разные языки отличаются друг от друга по способу классификации воспринимаемого мира в их словарном запасе. Классическим примером может служить тот факт, что разные языки обладают различным числом слов, обозначающих цвета, и выделяют разные участки цветового спектра. Некоторые ранние исследователи, обратившие внимание на это явление, считали, что люди в традиционных обществах путают обозначения цветов. Когда оказалось, что в Греции времен Гомера не было полного (с нашей точки зрения) цветового словаря, то началась дискуссия о возможной цветовой слепоте древних греков. И, как мы уже говорили, такие психологи, как Вернер, делали на основе анализа цветовых категорий выводы о «первобытном» и «синкретическом» уровне восприятия в племенных обществах.

Вот два дополнительных примера, приводимых Уорфом. Хопи обозначают одним и тем же словом все летящие предметы, кроме птиц (самолеты, насекомых, летчиков), в то время как в нашем языке для всех этих вещей существуют отдельные слова. С другой стороны, эскимосы пользуются рядом различных слов, обозначающих снег — падающий снег, талый снег, сухой снег, — тогда как мы обходимся одним словом.

Что означают такие лексические различия? Если в каком-нибудь языке нет отдельных слов для обозначения определенных явлений, то означает ли это, что говорящие на этом языке люди неспособны выделять эти явления среди остальных? Разве американцы неспособны видеть те различия между различными видами снега, которые видят эскимосы? Или — возьмем пример, кажущийся на первый взгляд абсурдным, — хопи не могут с помощью зрения провести различия между летчиком и насекомым?

Некоторые факты языкового поведения противоречат тезису Уорфа о том, что отсутствие или наличие лексического различения соответствует отсутствию или наличию перцептивного или понятийного различения. Языковое поведение самого Уорфа — возможность переводить эскимосские слова, обозначающие снег, с помощью английских словосочетаний — свидетельствует об обратном. Несмотря на то, что иногда нельзя слово в слово переводить с одного языка на другой и часто при переводе происходят известные потери, факт сохранения и выражения хотя бы некоторой части значения оригинала при переводе говорит против жесткого отождествления словесных категорий с категориями мышления. При этом умение говорить на разных языках отнюдь не является привилегией опытных филологов; почти во всех языковых группах встречаются среди обычного населения люди, говорящие на двух языках. Включение в язык слов из других языков является еще одним примером гибкости словарного запаса языка и демонстрирует тот факт, что существующий словарь вовсе не исчерпывает возможностей носителей языка различать явления. В одном из первых межкультурных исследований восприятия Риверс[2] пишет, что жители острова Муррей, у которых не было своего слова для обозначения синего цвета, воспользовались соответствующим английским словом и изменили его таким образом, что оно стало похоже на остальные цветовые категории их языка (*булу-булу*). На основе подобных фактов и сравнительных исследований языков лингвист Чарлз Хоккет[3] сделал вывод, что наиболее верное решение вопроса о лексических различиях можно сформулировать следующим образом: языки отличаются друг от друга не столько тем, что в них можно выразить, сколько тем, что в них легче выразить.

---

[2] См.: *Rivers W.H.R.* Introduction and vision // Reports of the Cambridge anthropological expedition to the Torres Straits / A.C. Haddon (Ed.). Cambridge, England: The University Press, 1901. Vol. II. Pt. 1.

[3] См.: *Hockett C.* Chinese versus English: an exploration of the Whorfian theses // Language in culture / H. Hoijer (Ed.). Chicago: University of Chicago Press, 1954. P. 122.

Эта формулировка не содержит в себе слишком широких обобщений, связывающих все лексические различия с различиями в восприятии мира и мышлении, но она не дает ответа на вопрос о том, могут ли носители языка, в котором отсутствует какая-либо *частная* группа различений, существующая в других языках, воспринимать соответствующие различия. Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо измерять перцептивное и понятийное различение независимо от языкового. Если люди отвечают на разные стимулы разными неязыковыми реакциями, то можно сделать вывод, что они различают эти стимулы, хотя у них нет соответствующих слов для их выражения. Примером могло бы служить правильное решение индейцем зуни на основе измеряемых физических параметров цветов вопроса о том, разные ли или одинаковые два цвета из оранжево-желтой части цветового спектра, — несмотря на то, что в языке испытуемого нет слов для обозначения отдельных цветов в этой части спектра. Поскольку известно, что в некоторых условиях люди не различают стимулов, хотя способны к этому, то следующий эксперимент может быть обучающим и иметь целью выяснить, в состоянии ли испытуемые научиться связывать определенные слова с такими классами явлений, для выражения которых в их родном языке нет слов. (Описание успешного обучающего эксперимента подобного типа содержится в работе Хейдер, проведенной в Новой Гвинее среди народности дани, культура которой относится к каменному веку[4].)

Большинство психологов, изучавших влияние лексических различений на познавательные процессы, исходило из выдвинутой Хоккетом слабой версии гипотезы о роли словарных различений — некоторые вещи *легче* сказать на одном языке, чем на другом. Браун и Леннеберг[5], авторы одного из первых экспериментальных исследований в этой области, предположили, что степень легкости выражения определенного различения в том или ином языке соответствует частоте случаев, когда в обыденной жизни необходимо проводить соответствующее перцептивное различение. Например, эскимосы постоянно должны судить о снеге, в то время как американцы встречаются с такой необходимостью лишь в редких и особых случаях. Соответственно, следует ожидать, что чем легче словесно обозначать те или иные перцептивные категории, тем с большей легкостью они применяются в различных познавательных действиях — или, выражаясь словами этих авторов:

> категории, которые легче обозначать словами, ближе к наружному слою познавательных процессов[6].

---

[4] См.: *Heider E.R.* Universals in color naming and memory // Journal of Experimental Psychology. 1972. Vol. 93. P. 10—20.

[5] См.: *Brown R., Lenneberg E.H.* A study of language and cognition // Journal of Abnormal and Social Psychology. 1954. Vol. 49. P. 454—462.

[6] *Brown R., Lenneberg E.H.* A study of language and cognition // Journal of Abnormal and Social Psychology. 1954. Vol. 49. P. 456.

Среди различных областей восприятия Браун и Леннеберг избрали цветовое восприятие. Дело не только в том, что этот объект исследования является классическим, — цветовое пространство удобно исследовать потому, что оно исчерпывающе «картографировано» и измерено, в нем выделены физические параметры, с которыми можно соотносить различные системы цветовых обозначений. Три физических параметра, по которым цвета отличаются друг от друга — тон, яркость и насыщенность, — представлены в цветовом пространстве в непрерывных градациях, которые язык более или менее произвольно разбивает на отрезки, — тем самым мы имеем перед собой, казалось бы, идеальный случай с точки зрения общей концепции Уорфа о соотношении между языком и действительностью.

Из познавательных процессов авторы избрали для эксперимента память и соотносили ее с легкостью обозначения или *кодируемостью* в качестве языковой переменной. Запоминание цвета, считали авторы, отчасти состоит в запоминании его названия. В таком случае цвета, которые могут быть легко и адекватно названы, должны запоминаться лучше тех, которые трудно словесно обозначить.

Первый эксперимент был проведен с испытуемыми, говорящими на английском языке. Авторы исходили из предположения, что отношение между кодируемостью и запоминанием одинаково во всех языках. Испытуемым давали по одной 24 цветные фишки, и они должны были как можно быстрее назвать цвет каждой из них. Обнаружились постоянные корреляции между различными параметрами ответов испытуемых: чем длиннее название, тем больше латентный период и тем меньше соответствие между ответами различных испытуемых. Авторы избрали в качестве наиболее подходящего критерия кодируемости цвета степень согласия между ответами различных испытуемых.

После этого с новой группой испытуемых был проведен эксперимент на узнавание, чтобы выяснить связь между кодируемостью и запоминанием. Испытуемый в течение 5 *с* рассматривал четыре из 24 цветных фишек; после этого фишки убирались, а испытуемый должен был найти соответствующие цвета среди 120 различных цветов. Число правильных идентификаций считалось показателем узнавания. При таких условиях эксперимента обнаружилась слабая корреляция между кодируемостью (согласием в назывании определенного цвета) и узнаванием. Когда для усложнения задачи между предъявлением фишек и последующей идентификацией их цветов был введен определенный промежуток времени, в течение которого внимание испытуемого отвлекалось от задачи, то корреляция значительно повышалась. Когда же, напротив, задачу сделали более легкой — для узнавания предъявлялась только одна фишка, и идентификация следовала непосредственно за предъявлением, — то корреляция почти исчезла. В последнем случае значительной оказалась корреляция между *зрительным различением* и узнаванием, что говорит о существовании тесной связи между стимулом и памятью, а не языком и памятью.

Корреляция между кодируемостью и узнаванием в усложненных условиях была обнаружена также в другом экспериментальном исследовании[7], проведенном среди индейцев зуни на Юго-Западе Соединенных Штатов. Авторы предположили, что у испытуемых зуни возникнут затруднения при запоминании цветов из желто-оранжевой части цветового спектра, поскольку эти два цвета на их языке не различаются. В результате тщательно проведенного экспериментального исследования было выяснено, что зуни-монолингвы действительно допускали больше всего ошибок при узнавании этих цветов, на втором месте оказались испытуемые, говорящие как на зуни, так и на английском, в то время как испытуемые, говорящие только по-английски, делали наименьшее число ошибок.

На результаты этих экспериментов часто ссылались в подтверждение слабой версии гипотезы лингвистической относительности. Однако дальнейшие исследования показали, что связь между кодируемостью и узнаванием характерна не для всех цветов. Бёрнхэм и Кларк изучали узнаваемость отдельных цветов из другой подборки цветов, которые не столь сильно отличались друг от друга по тону, как цвета, использованные в описанных экспериментах[8]. Леннеберг использовал полученные ими данные и установил их корреляцию с кодируемостью, данные о которой он получил независимо от этих авторов для тех же самых цветов[9]. Корреляция оказалась отрицательной — чем больше согласия в назывании, тем хуже узнавание! Очевидно, короткий различительный лексический термин типа «синий» полезен при запоминании синего цвета среди цветов других тонов (красный, желтый, зеленый и т.д.), но он не помогает при выборе одного определенного синего тона среди различных синих цветов, отличающихся друг от друга по яркости и насыщенности. В последнем случае более полезной может оказаться фраза типа «мутный синий с серым налетом».

Пытаясь разрешить это противоречие, Лентс и Стеффлер разработали новый метод измерения кодируемости, названный ими методом *точности коммуникации*[10]. Рассматривая память как коммуникацию человека с самим собой по истечении определенного промежутка времени, они утверждали, что то, что передается точно интерперсонально (т.е. другому человеку), передается точно и *интраперсонально* (т.е. самому себе). Они предъявляли группе испытуемых набор цветов и просили их описать цвета таким образом, чтобы другие люди могли найти их в этом наборе. Затем они читали полученные описания другой

---

[7] См.: *Lenneberg E.H., Roberts J.* The language of experience, a study in methodology. Memoir 13 // International Journal of American Linguistics. 1956. Vol. 22.

[8] См.: *Burnham R.W., Clark J.R.* A test of hue memory // Journal of Applied Psychology. 1955. Vol. 39. P. 164—172.

[9] См.: *Lenneberg E.H.* Color naming, color recognition, color discrimination: a re-appraisal // Perceptual and Motor Skills. 1961. Vol. 12. P. 375—382.

[10] См.: *Lantz D., Stefflre V.* Language and cognition revisited // Journal of Abnormal and Social Psychology. 1964. Vol. 69. P. 472—481.

группе испытуемых и просили их найти соответствующие цвета в предъявленном наборе. При такой процедуре обнаружились очень высокие, статистически значимые корреляции между точностью коммуникации и показателями узнавания как для набора цветов, использованного Брауном и Леннебергом, так и для набора, использованного Бёрнхэмом и Кларком. С другой стороны, корреляция между точностью коммуникации и согласием в назывании (т.е. первоначальным критерием кодируемости) оказалась невысокой.

Эти результаты получили дополнительное подтверждение в исследовании, проведенном на Юкатане (Мексика) с испытуемыми, говорящими не на английском, а на юкатеке (языке индейцев майя) и на испанском[11]. В юкатеке сравнительно мало слов, обозначающих цвета, в то время как цветовой словарь испанского языка, на котором говорили испытуемые второй группы (студенты Юкатанского университета), близок к английскому.

В обеих группах были обнаружены четкие корреляции между точностью кодирования определенных цветов и числом ошибок, совершенных испытуемыми при узнавании этих цветов спустя небольшой отрезок времени. Группы отличались друг от друга по цветам, легко поддающимся обозначению, так что ошибки испытуемых, говорящих на юкатеке, отличались от ошибок испытуемых, говорящих по-испански. Это явно свидетельствует о том, что ошибки в узнавании зависят скорее от лингвистического, или коммуникативного, кода, чем от физических параметров подлежащих узнаванию цветов.

Сходные результаты были получены Вангом[12], который применил разработанный Лентсом и Стеффлером метод в исследовании, проведенном с американскими студентами. Ванг сначала определял точность коммуникации для большого набора цветов. Затем он выбирал для каждого цвета два названия, обеспечивавших лишь небольшую точность коммуникации, причем одно название вызывало отклонение от предъявленного цвета в одну сторону, а другое — в другую. Когда новой группе испытуемых были предъявлены те же цвета и выбранные Вангом названия, ошибки в узнавании соответствовали направлению, предсказуемому на основе названий.

Лентс и Стеффлер объясняли преимущество точности коммуникации для предсказания показателя узнавания тем, что она позволяет пользоваться при назывании цвета различными вербальными средствами (одним или несколькими словами, целым предложением и т.д.).

Предлагаемая здесь формулировка связи между языком и поведением подчеркивает продуктивность языка — *испытуемый может самостоятельно создавать новые описания стимулов*, которые позволяют их успешно кодировать <...> Всякое описание отношения между языком и поведением или языком и мышлением,

---

[11] См.: *Stefflre V., Vales V., Morley L.* Language and cognition in Yucatan: A cross-cultural replication // Journal of Personality and Social Psychology. 1966. Vol. 4. P. 112—115.

[12] См.: *Wang H.S.Y.* Codability and recognition memory for colors. Boston, 1972.

не учитывающее этого обстоятельства и подчеркивающее значение одного лишь словарного запаса или грамматических категорий, наталкивается на серьезные трудности при интерпретации реального экспериментального материала»[13] (курсив наш. — *М.К. и С.С.*).

Исследование, проведенное Лентсом и Стеффлером, не только внесло значительный вклад в изучение отношений между языком и познавательными процессами, но и показало ограниченность попыток соотносить познавательную деятельность с одними лишь *статическими* характеристиками языка, не учитывая тех динамических функций, которые язык может выполнять в различных ситуациях решения задач. Мера точности коммуникации указывает на целую группу новых языковых переменных, связанных с *употреблением* языка, которые могут оказывать влияние на познавательные процессы. Если существует соответствие между *интраперсональной* и *интерперсональной* коммуникациями, то необходимо изучать социальные процессы коммуникации в различных культурах — какие формы они принимают и какие именно стороны опыта обычно вербализуются и передаются в акте коммуникации. Возвращаясь к работе Брауна и Леннеберга, мы отмечаем, что их гипотеза о связи между кодируемостью и запоминанием основывается на том предположении, что испытуемые активно используют и сохраняют в памяти словесные обозначения цветов. Это также пример *использования* языка в определенной ситуации и еще одно свидетельство того, что при попытках изучать взаимоотношения между языком и познавательными процессами необходимо учитывать деятельность субъекта в качестве решающей промежуточной переменной.

В самое последнее время гипотеза лингвистической относительности начинает подвергаться сомнению даже в области восприятия цвета. Как мы уже отмечали, цветовое пространство в течение долгого времени рассматривалось в качестве объекта, который характеризуется равномерными физическими вариациями и произвольно разбивается различными языками на отрезки, соответствующие существующим в этих языках цветовым категориям. Исследование, проведенное двумя антропологами[14], показало, что такое представление неверно. Авторы просили людей из 20 различных языковых групп выбрать среди набора цветных фишек те, которые лучше всего соответствуют основным цветовым категориям их языков, и указать все фишки, которые также могут быть названы этими словами. Как и следовало ожидать, границы цветовых обозначений не совпадали, но выбранные испытуемыми «лучшие образцы» (Берлин и Кэй назвали их *фокусными цветами*) оказались одними и теми же. Фокусные цвета оказались не случайно распределенными по всему набору цветов, а густо сгруппированными вокруг 11 основных цветов — восьми хроматических, со-

---

[13] См.: *Lantz D., Stefflre V.* Language and cognition revisited // Journal of Abnormal and Social Psychology. 1964. Vol. 69. P. 481.

[14] См.: *Berlin B., Kay P.* Basic color terms. Berkeley: University of California Press, 1969.

ответствующих английским *красному*, *желтому*, *зеленому*, *синему*, *коричневому*, *оранжевому*, *розовому* и *фиолетовому* (purple), и трех ахроматических — *черного*, *белого* и *серого*. Берлин и Кэй считают, что при рассмотрении языкового кодирования цветов до сих пор обычно подчеркивались, прежде всего, межкультурные различия, потому что исследователи занимались преимущественно различиями в *границах* между цветами, а не универсальными *фокусными цветами*.

Хейдер[15] посвятила серию работ изучению психологического значения этих предположительно универсальных фокусных цветов. Уточнив место каждого фокусного цвета в цветовом пространстве, она попыталась выяснить, являются ли эти цвета наиболее кодируемыми в *различных семьях языков*. Ее испытуемые говорили на индоевропейских, австралонезийских, тибето-китайских и афроазиатских языках, а также на венгерском и японском. Результаты были весьма однозначны: фокусные цвета оказались более кодируемыми, чем нефокусные, по обоим примененным Хейдер критериям — их названия были короче и испытуемые их называли скорее. Третья работа, проведенная по образцу экспериментов Брауна и Леннеберга, показала, что фокусные цвета запоминались точнее нефокусных *даже теми испытуемыми, в языке которых отсутствуют основные категории, обозначающие цветовые тона*. Люди народности дани (Новая Гвинея), цветовой словарь которых состоит из двух основных категорий (приблизительно «темный» и «светлый»), запоминали фокусные цвета лучше нефокусных — точно так же, как и американские испытуемые из контрольной группы, в языке которых существуют отдельные слова для обозначения всех фокусных цветов. Какова же в таком случае роль языка в решении подобных задач? Результаты другой серии экспериментов[16] привели Хейдер к выводу, что в процессе узнавания участвует зрительный перебор отдельно от вербального. Зрительные образы памяти могут быть изоморфны зрительным образам предъявляемых цветов, и поэтому они легче активизируются в ответ на воспринимаемые характеристики стимулов и менее подвержены искажениям, вызываемым языком. Как мы видели, в наиболее легкой серии экспериментов в исследовании Брауна и Леннеберга узнавание происходило за счет чисто перцептивного различения. Дальнейшие работы в этом направлении должны ответить на вопросы о том, при решении каких именно задач в тех или иных обществах активизируются процессы скорее зрительной, чем вербальной памяти, какова природа взаимодействия между этими процессами и какого рода «вербальное кодирование» применяется в той или иной ситуации.

Интересно проследить, как направление исследования, выросшее из гипотезы лингвистической относительности, привело в настоящее время к утверждению о существовании определенных универсалий или инвариантов в отношениях между той или иной областью перцептивного опыта и словарем. Создается

[15] См.: *Heider E.R.* Universals in color naming and memory // Journal of Experimental Psychology. 1972. Vol. 93. P. 10—20.

[16] См.: *Heider E.R., Olivier D.C.* The structure of the color space in naming and memory for two languages // Cognitive Psychology. 1972. Vol. 3. P. 337—355.

впечатление, что, несмотря на существенные различия между цветовыми словарями различных языков и изменчивые границы между цветами, некоторые цвета всегда легче выделяются и легче запоминаются. На основе этих фактов Хейдер утверждает, что соотношение между словами и понятиями может быть обратным тому, как его себе обычно представляют.

> Короче говоря, цветовое пространство не только не является весьма удобным объектом для изучения влияния языка на мышление, но, напротив, представляет собой яркий пример воздействия перцептивно-когнитивных факторов на образование и содержание языковых категорий[17].

Грамматика

Языки отличаются друг от друга не только тем, как их словари классифицируют мир, но также и разными способами комбинирования отдельных значащих единиц. Уорф особенно увлекался именно этими структурными особенностями языка, которые он называл «способами говорения», и видел их значение в том, что они бессознательно определяют то представление, которое данная языковая группа имеет о реальности. Так, он указывал, что английские глаголы принимают разные формы соответственно временным различиям — прошлое, настоящее к будущее. Это обязательное указание времени соответствует свойственному нашей культуре представлению о времени как о бесконечной линии и нашему увлечению измерением времени, о котором свидетельствует почти бесконечное количество календарей и часов. В то же время на языке хопи слова, выполняющие функции глаголов (к ним относится ряд слов, которые мы безусловно считаем существительными, например «молния» и «облачко дыма»), указывают скорее на длительность события, чем на время его свершения. Другой пример «способа говорения» мы находим у Ли[18], которая указывает, что глаголы языка индейцев винту (Калифорния) различаются по «степени достоверности». Когда речь идет о событии, известном с чужих слов, то употребляется один глагол; когда же сам говорящий (а не человек, о котором идет речь) был свидетелем данного события, то употребляется другой глагол. Таким образом, свидетель преступления, который «услышал» выстрел, и полицейский, ссылающийся на утверждение свидетеля о том, что тот «услышал» выстрел, пользуются разными словами для выражения понятия «услышать».

Как и в случае тех языковых данных, которые относятся к лексическим различиям, мы снова не вполне представляем себе, как следует истолковывать

---

[17] См.: *Heider E.R.* Universals in color naming and memory // Journal of Experimental Psychology. 1972. Vol. 93. P. 20.

[18] См.: *Lee D.* Conceptual implications of an Indian language // Philosophy of Science. 1938. Vol. 5. P. 89—102.

эти данные. Уорф и другие авторы убеждают нас в том, что языковые категории оказывают неизбежное влияние на наше мышление, но о мышлении они опять же судят на основе языковых данных. Они не предлагают независимых от языка данных о познавательных процессах. Таким образом, мы должны судить о процессах мышления либо на основе общих характеристик культуры (значение которых можно истолковывать по-разному), либо на основе каких-либо других языковых данных, которые предположительно имеют отношение к познавательным процессам. В обоих случаях мы идем по тонкому льду.

Нам известны только два эксперимента, в которых были получены неязыковые данные о влиянии грамматики на познавательные процессы. Первый из них был проведен Кэрроллом и Касагранде[19] в резервации индейцев навахо. В языке навахо некоторые глаголы, обозначающие манипуляции с предметами, принимают разные формы в зависимости от того, какого рода предметы подлежат манипуляции: есть формы глагола, соответствующие круглым тонким предметам, длинным гибким предметам, длинным жестким предметам и т.д. Поскольку грамматика языка навахо сосредоточивает внимание на форме и материале предметов, то Кэрролл и Касагранде сочли возможным предположить, что поведение индейцев навахо по отношению к различным предметам в большей мере зависит от этих их свойств, чем поведение людей, говорящих на других языках.

Авторы исследовали преимущественное выделение именно этих свойств предметов в экспериментах с классификацией предметов, в которых участвовали дети навахо разного возраста, говорящие либо только на языке навахо, либо только на английском. Ребенок должен был решить, к какому из двух предъявляемых экспериментатором предметов подходит третий предмет. Экспериментатор предъявлял, например, желтую веревку и синюю палочку (см. рис. 1). После этого ребенку показывали желтую палочку и спрашивали, к какому из предъявленных предметов она больше подходит. Результаты соответствовали ожиданиям авторов: дети, говорящие на навахо, классифицировали предметы скорее по форме, чем по цвету, в более раннем возрасте, чем дети, говорящие по-английски. Однако, когда эта же задача была предложена говорящим по-английски детям из средних слоев города Бостона, то оказалось, что они также предпочитали классифицировать предметы на основе формы, а не цвета. Кэрролл и Касагранде объясняли это тем, что благодаря игрушкам эти дети имеют богатый опыт в выделении формы предметов. Они сделали вывод, что в данном случае предпочтение формы цвету может быть обусловлено либо языком, либо неязыковым опытом, и что в общем из результатов эксперимента следует, что грамматические категории оказывают влияние на классификацию предметов. Следует отметить, однако, что речь идет о весьма слабой версии гипотезы лингвистической относительности, свидетельствующей скорее о разной

---

[19] См.: *Carroll J.B., Casagrande J.B.* The function of language classifications in behavior // Readings in social psychology // E.E. Macoby, T.M. Newcomb, E.L. Harlley (Eds.). N.Y.: Holt, Rinehart and Winston, 1958.

доступности определенных понятий в различных культурах, чем об их наличии в одних культурах и отсутствии в других.



Рис. 1. Предметы, использованные при изучении влияния грамматики языка на познавательные процессы (по: *Carroll*, *Casagrande*, 1958)

Недавний эксперимент Коула и его сотрудников подтверждает такую интерпретацию результатов[20]. В этом эксперименте было использовано то обстоятельство, что в языке кпелле (Либерия) в отличие от английского языка сравнения величины не симметричны. Например, сравнивая двух людей, один из которых высокого, а другой низкого роста, кпелле всегда ссылается на человека высокого роста. Его высказывание можно перевести так: «Джон, он большой после Джо». Хотя кпелле мог бы выразиться и так, чтобы его высказывание переводилось «Джо ниже Джона», он вместо этого употребляет выражение, которое переводится «Джо в малости превосходит Джона», причем и такая конструкция практически почти не употребляется.

Это наблюдение мы сочетали с распространенным *экспериментом* с *переносом*, широко применяемым при изучении развития понятий у детей. Сущность эксперимента удобно объяснить на конкретном примере (см. рис. 2). В данном случае ребенка учат всегда выбирать больший из двух кубиков, предложенных экспериментатором. Расположение кубиков меняется в каждой пробе в случайном порядке, так что величина является единственным надежным признаком, на основании которого ребенок может выбрать правильный кубик. После того как испытуемый научается безошибочно выбирать правильный кубик, ему предлагают два новых кубика, также разной величины. При этом важно следующее: выбирает ли испытуемый кубик, который по величине равен (или близок) тому кубику, который был «правильным» в тренировочной части эксперимента, или кубик, величина которого относится к величине другого кубика так же, как величина «правильного» кубика относилась к величине другого использованного при тренировке кубика. Например, если при тренировке «правильным» был большой кубик 6 (рис. 2), то какой кубик выбирает испытуемый при выборе *А* между кубиками 6 и 7 — кубик такой же величины (6) или больший (7)? Когда испытуемый делает выбор на основе относительной величины, то можно сказать, что он владеет операцией переноса.

---

[20] См.: *Cole M., Gay J., Glick J.* Communication skills among the Kpelle of Liberia. Santa Monica: March, 1969.

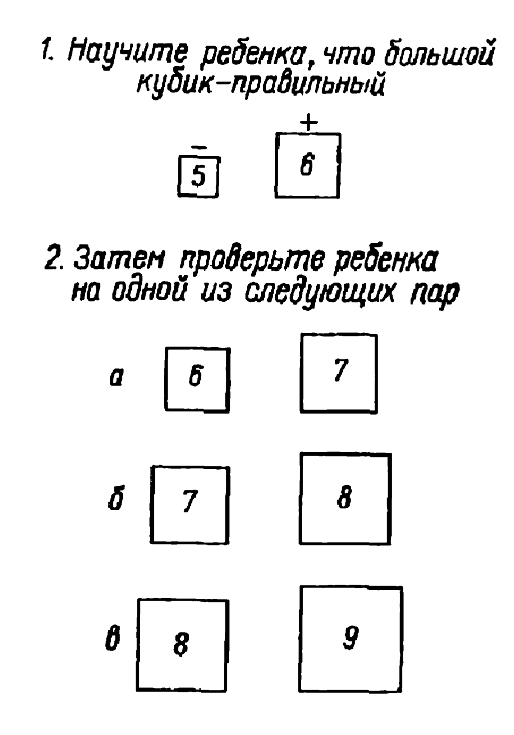


Рис. 2. План эксперимента с переносом

В эксперименте участвовали три группы детей кпелле: дети 4—6 лет, говорящие только на языке кпелле; неграмотные дети 6—8 лет, которые, кроме кпелле, немного говорили также по-английски; первоклассники 6—8 лет, которые лучше знали английский и уже начинали читать и писать. Такая же методика была использована в эксперименте с группой 4—5-летних американских детей, посещавших детский сад.

В ходе эксперимента некоторые группы детей научили выбирать меньший кубик, другие — больший, а затем им предложили новые пары кубиков меньшего или большего размера. Если дети кпелле при сравнении величины предметов обычно сначала выделяют больший предмет, то можно предположить, что испытуемые, говорящие только на кпелле, быстрее других групп научатся понимать отношение «больше, чем» и легче перенесут его на новый материал. Однако это предположение не подтвердилось. Практически все дети, независимо от языка и посещения школы, овладели операцией переноса, и было несущественно, на какое отношение их испытывали — «больше, чем» или «меньше, чем». Кроме, того, время, необходимое для тренировки, оказалось одинаковым для выбора большего и меньшего кубика.

Эти результаты говорят о том, что тенденция детей кпелле сравнивать больший из двух предметов с меньшим не оказывает влияния на обучение различению. Следует сделать вывод, что в данном случае, как и при восприятии фокусных цветов, поведение определяется свойствами стимулов и отношениями между стимулами. Однако два факта говорят о влиянии языка на поведение

детей кпелле. Приступая к тренировке и не получив еще никаких сведений о задаче, все дети кпелле обнаруживали преимущественный интерес к большему кубику, в то время как у американских детей такого предпочтения не наблюдалось. Далее, когда после второй части эксперимента испытуемых просили обосновать сделанный ими выбор, дети кпелле лучше мотивировали свой выбор в том случае, если их тренировали на выбор большего кубика. Адекватность обоснований, данных американскими испытуемыми, не зависела от того, какой кубик был «правильным» при тренировке.

Эти данные, равно как и результаты исследования Кэрролла и Касагранде и все данные относительно проблемы взаимосвязи языка и познавательных процессов, полученные в межкультурных экспериментальных исследованиях, указывают на границы сферы применимости гипотезы лингвистической относительности. Мы воздерживаемся от общей оценки нынешнего состояния этой гипотезы, пока не рассмотрим вкратце некоторые предположения о существовании определенных способов кодирования опыта, которые являются *общими* для всех языков, несмотря на все их разнообразие. Эти предположения составляют гипотезу о *лингвистических универсалиях.*

Лингвистические универсалии

Гипотеза Уорфа относится главным образом к тому, как язык классифицирует действительность, на что он указывает (денотативное значение). Но существует и другой аспект языка, выражающий качества опыта — те чувства, образы и отношения, которые вызываются словами (иногда это называют коннотативным значением). Одно из самых обширных и систематических в последнее десятилетие межкультурных исследований взаимоотношений между языком и мышлением, которое продолжается по сей день, посвящено изучению универсальности именно этого аспекта значения. Чарлз Осгуд[21], один из ведущих американских психолингвистов, при сотрудничестве ученых двенадцати стран (Японии, Гонконга, Индии, Афганистана, Ирана, Ливана, Югославии, Польши, Финляндии, Голландии, Бельгии и Франции) исследует системы аффективных значений при помощи изобретенного им специального метода измерения — *семантического дифференциала*.

Основной экспериментальный прием заключается в следующем. Испытуемому предлагают список слов, например: *мать*, *хлеб*, *коммунизм*, *учитель*. Затем ему дают список определителей-антонимов (в английском языке такими определителями служат прилагательные), например: *хороший — плохой*, *честный — нечестный*, *горячий — холодный*. Испытуемый должен оценить каждое понятие с точки зрения каждой пары определителей по семибалльной систе-

[21] См.: *Osgood C.E.* Semantic differential technique in the comparative study of cultures // American Anthropologist. 1964. Vol. 66. P. 171—200.

ме, причем 1 означает наивысшую оценку в пользу левого члена данной пары определителей (в первом примере — *хороший*), а 7 — наивысшую оценку в пользу ее правого члена (*плохой*), остальные оценки занимают промежуточное положение. В результате более чем дюжины факторных исследований, проведенных с американскими испытуемыми, говорящими на английском языке, Осгуд и его сотрудники установили, что полученные данные можно описывать в терминах трех основных факторов, или измерений значения: фактора *оценки* (шкалы типа *хороший — плохой*), фактора силы (шкалы типа *сильный — слабый*) и фактора *активности* (шкалы типа *быстрый — медленный*). Возникла следующая проблема: свойственна ли эта семантическая схема лишь американцам, говорящим по-английски, или ее «разделяют все люди независимо от их языка и культуры»? Чтобы ответить на этот вопрос, Осгуд и его сотрудники составили список из ста знакомых всем людям понятий, которые были выбраны лингвистами и антропологами с точки зрения адекватности всем культурам, в которых проводилось исследование. Список был переведен на соответствующие языки, и начиная с этого момента, вся работа проводилась на этих языках. Пары определителей были в каждой стране выяснены в работе с группами студентов. На основе их ответов были построены шкалы, и после этого новым группам испытуемых предложили оценить упомянутые сто слов по этим шкалам.

Полученные до сих пор результаты свидетельствуют о том, что эти три измерения значения (оценка, сила и активность) характеризуют оценочные суждения испытуемых во всех исследованных языках, хотя отдельные понятия по-разному оцениваются в различных культурах по этим семантическим факторам. Иными словами, структура коннотативного значения одинакова во всех культурах, в то время как коннотативные значения тех или иных конкретных понятий в разных культурах различные. Осгуд объясняет этот аспект лингвистической универсальности тем, что его шкалы регистрируют эмоции, связанные с аффективной нервной системой, «биологически одинаковой у всех людей»[22]. Одно из возможных ограничений универсальности этих результатов, на которое нам хочется обратить внимание, заключается в том, что все испытуемые Осгуда принадлежали к *образованным* слоям населения. Это ограничение может оказаться весьма существенным, если учитывать сильное гомогенизирующее влияние образования на решение познавательных задач <...>.

Далее Осгуд высказывает предположение о том, что универсальность систем аффективных значений может также объяснить такие явления, как метафора и *вербально-зрительная синестезия*. В классическом исследовании метафоры, проведенном Эшем[23], изучалось использование слов, относящихся к физическим свойствам вещей (*твердый, прямой, горячий*), при характеристике психо-

---

[22] См.: *Osgood C.E.* Language universals and psycholinguistics // *Greenberg J.H.* Universals of language. Cambridge: The M.I.T. Press, 1963. P. 299—322. P. 320.

[23] См.: *Asch S.E.* The metaphor: a psychological inquiry // *Henle M.* Documents of Gestalt psychology. Berkeley: University of California Press, 1961. P. 324—333.

логических свойств людей («Джон очень холодный человек»). Эш обнаружил удивительно сходное метафорическое употребление этих слов в столь различных языках, как иврит, греческий, китайский, таи, хауса и бирманский.

Явление вербально-зрительной синестезии состоит в том, что слова, как правило, сочетаются скорее с одними зрительными образами, чем с другими, — например, слово «*счастливый*» сочетается со стрелой, направленной вверх, а не вниз. Это один из поразительных фактов, установленных Осгудом в исследовании, выявившем общность зрительно-вербальных синестетических тенденций у испытуемых из разных культур — навахо, мексиканских испанцев, англичан и японцев[24].

Несколько больше исследований было посвящено другому явлению, известному под названием *фонетический символизм* — соответствие между звуковой формой слова и его значением. Можно сказать, что *звяканье* кубика льда в бокале (tinkle) и *гром* барабана (boom) оркестра Армии спасения получили подходящее словесное выражение — звучание этих слов помогает передать некоторые свойства их референтов.

В 20-х гг. Эдуард Сепир начал исследование явления фонетического символизма с помощью искусственных слов. (Обзор исследований Сепира и других ранних исследователей дается в 4-й главе книги Брауна[25]). Браун, Блек и Горовиц[26] провели тщательное исследование на материале нескольких языков, из которого выросла целая серия работ, продолжающихся до сих пор. Авторы перевели 21 пару английских антонимов (*теплый — холодный, тяжелый — легкий*) на китайский, чешский и хинди и предложили их американским студентам колледжа, не знавшим этих языков. Студентам сообщали только признак, по которому слова отличались друг от друга, и тем не менее они смогли различать значения слов на всех трех языках с определенной вероятностью. Например, когда студентам называли китайские слова ch'ing и ch'ung и сообщали, что одно из них означает «легкий», а другое — «тяжелый», то испытуемые склонны были правильно отвечать, что ch'ing — легкий.

Результаты аналогичных экспериментов, в которых использовались различные языки и различные способы предъявления слов, говорят о том, что испытуемые с вероятностью, превышающей случайный уровень, связывают значение слов с их звучанием. Такие результаты были получены даже в тех случаях, когда слова в паре принадлежали разным языкам, например, *легкий* на чешском, а *тяжелый* — на японском[27]. Недавно начали появляться работы, в которых выясняется, какие

---

[24] См.: *Osgood C.E.* The cross-cultural generality of visual-verbal synesthetic tendencies // Behavioral Science. 1960. Vol. 5. P. 146—169.

[25] См.: *Brown R.* Words and things. N.Y.: The Free Press, 1958.

[26] *Brown R., Black A.H., Horowits A.E.* Phonetic symbolism in natural language // Journal of Abnormal and Social Psychology. 1955. Vol. 50. P. 388—393.

[27] См.: *Klank L.J.K., Huang Y.H., Johnson R.C.* Determinants of success in matching word pairs in tests of phonetic symbolism // Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1971. Vol. 10. P. 140—148.

именно звуки указывают на значение, и на какое в частности. Некоторые данные говорят о связи между гласными звуками и значениями, указывающими на величину: так, было обнаружено, что и в китайском, и в английском языках высокие передние гласные чаще встречаются в словах, выражающих малые размеры, а низкие задние гласные — в словах, выражающих большие размеры.

Первое указание на то, что соответствие между звучанием слова и его значением может оказывать определенное влияние на познавательные процессы, мы находим в одной недавней советской работе о вербальной памяти[28]. Двум группам испытуемых предложили запомнить списки пар слов, состоящих из одного японского слова и одного слова родного языка. Первая группа получила список, в котором японские слова были соединены со словами родного языка с тем же значением; в списке для второй группы те же японские слова были соотнесены со словами родного языка с другим значением. Первая группа выучила слова быстрее и прочнее, что, по мнению автора, говорит «в пользу закономерного характера наименования в естественном языке»[29].

В целом работы, посвященные семантическому дифференциалу, синестезии, метафоре и фонетическому символизму, на наш взгляд, весьма убедительно свидетельствуют о том, что некоторые стороны опыта получают одинаковое выражение в различных языках и культурах, как бы ни отличались они друг от друга в других отношениях.

Здесь необходимо остановиться на значении исследований *языковых универсалий* <...>.

Дж. Гринберг[30], Дж. Миллер[31] и другие исследовали различные аспекты фонологии (звуковых систем), грамматики и лексики, которые свойственны, по-видимому, всем языкам. Миллер называет их «общими чертами плана» языка и полагает, что их существование указывает на наличие у всех людей общих физиологических и психических процессов или способностей. Хомский[32] также считает, что эти общие черты выводимы из глубинных структур, являющихся неотъемлемой частью человеческого ума. Эти глубинные структуры делают возможным развитие речи у ребенка и определяют ход ее развития. Хомский утверждает, что психология должна выяснить природу этих механизмов ума, лежащих в основе языковой способности (linguistic competence). Но если выяснение основных механизмов, обусловливающих универсальные черты фоно-

---

[28] См.: *Баиндурашвили А.Г.* Роль взаимосоответствия означаемого и означающего в процессе запоминания слова // Материалы IV Всесоюзного съезда Общества психологов. Тбилиси: Мецниереба, 1971. С. 299—300.

[29] Там же. С. 300.

[30] См.: *Greenberg J.* Language universals // Current trends in linguistics / T.A. Sebeok (Ed.). The Hague: Mouton, 1966. Vol. 3.

[31] См.: *Miller G.A.* Linguistic communication as a biological process // Herbert Spencer Lecture. Oxford University. 1970. Nov. 13.

[32] См.: *Хомский Н.* Язык и мышление. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972.

логии, действительно может оказаться сравнительно простым делом (например, артикуляционные возможности речевого аппарата человека ограничены), то совсем другое дело — определить те психические процессы, которые могут объяснить грамматические и лексические универсалии. Трудности усугубляются тем, что проблема связи между основными психическими процессами и языковой способностью стала предметом бесплодной дискуссии, участники которой противопоставляют врожденные механизмы механизмам научения. С другой стороны, данные, полученные психолингвистами, изучающими овладение языком в первые годы жизни ребенка, говорят о возможности существования в этом процессе определенных закономерностей в последовательности стадий развития, независимых от особенностей того или иного конкретного языка[33]. Возможно, эти данные в будущем помогут решить вопрос о языковых универсалиях. Все эти проблемы имеют первостепенное значение, но мы не будем здесь подробно их обсуждать, поскольку они выходят за пределы интересующего нас вопроса. Хомский, Миллер и другие спрашивают: каковы те познавательные операции, которые лежат в основе усвоения и употребления языка? Другими словами: какими способностями мы должны обладать для того, чтобы говорить? Мы же в данной главе занимаемся вопросом о взаимоотношении *между* языковыми процессами и другими познавательными операциями: как связаны между собой речь и мышление?

Резюме

Наш обзор экспериментальных данных, относящихся к гипотезе Уорфа, безусловно, ставит под сомнение любую сильную версию гипотезы лингвистической относительности. Вероятно, большинство ученых единодушно отвергнет те высказывания Уорфа, в которых подчеркиваются произвольный характер связи между языком и опытом и неизбежные, жесткие ограничения, накладываемые языком на познавательные процессы. Однако, несмотря на недостаточность соответствующих данных, вряд ли кто-нибудь решился бы отрицать полностью значение лингвистической относительности. Приведем некоторые причины, заставляющие оставить этот вопрос открытым.

1. Во-первых, мы хотели бы обратить внимание на ограниченность экспериментальных приемов, использованных при проверке гипотезы Уорфа. Хотя были серьезные основания для исследования лингвистической относительности на материале именно цветовой терминологии, теперь ясно, что подобная стратегия отнюдь не была идеальной. Весьма вероятно, что влияние перцептивного опыта в большой мере зависит от определенных ярко выраженных и неизменных свойств стимулов и мало чувствительно по отношению к разнообразию, вводимому языком. Вполне возможно, что «фильтрующий эффект» языка ока-

[33] См.: *Smith J., Miller G.A.* The genesis of language. Cambridge: M.I.T. Press, 1966.

жется наибольшим в отношении тех явлений, которые описываются в терминах не физических признаков, а признаков, определяемых культурой. Мы имеем в виду такие явления, как, например, социальные роли: признаки, определяющие категории людей, устанавливаются не природой, а культурой (в отличие от свойств, определяющих цвета). Или обратимся к сфере идеологии или духовной культуры в целом. Здесь понятия приобретают свое значение в большой мере благодаря тому, что они включены в словесные объяснительные системы. Именно здесь язык может играть важнейшую роль в определении представлений о мире, оказывать влияние на процессы памяти и мышления человека, способствовать пониманию или непониманию им других культур. Но это предположение возвращает нас к той проблеме, с которой мы начали наше исследование: можно ли проверить эту гипотезу эмпирически, и если да, то как?

2. Второе обстоятельство, на которое нам хотелось бы обратить внимание, заключается в том, что демонстрация универсальности отношений между отдельными аспектами языка и познавательными процессами отнюдь не снимает проблемы межкультурных различий. В том, что в любой области человеческого опыта существуют как универсалии, так и различия, не обязательно следует видеть парадокс. К настоящему времени стало ясно, что взаимосвязи между языком и познавательными процессами, по всей видимости, нельзя выразить в нескольких положениях общего характера. В ходе все возрастающих исследований взаимоотношений между языком и мышлением обнаруживается их разнообразие и сложность. Наше понимание этих взаимоотношений будет увеличиваться по мере того, как теоретические и межкультурные исследования будут раскрывать *универсальные и частные* аспекты этих разнообразных отношений.

3. Наконец, хотя не опровергнуты предположения Уорфа о влиянии определенных аспектов языка на познавательные процессы, в настоящее время существуют другие, более перспективные пути для исследования этой классической проблемы. Обсуждая эксперименты Брауна и Леннеберга, направленные на выяснение связи между кодируемостью цветов и их запоминанием, мы отметили, что предполагаемое влияние языка проявлялось только в процессе определенной *вербальной деятельности* испытуемого. Никто из исследователей не считал, что точность узнавания зависит от слов как статических носителей информации, — все подчеркивали то, что испытуемый делал со словами. Эти наблюдения привели нас к выводу, что для познавательных процессов могут иметь важное значение различия в *использовании* языка. Эти различия в последние несколько лет стали объектом углубленного изучения — правда, не в той области, которая была традиционной сферой межкультурных исследований. Сравнительному исследованию подвергалось употребление языка в разных социальных классах и группах в одном и том же обществе (главным образом в Соединенных Штатах и в Англии). Основная идея новой быстрорастущей области исследования — *социолингвистики* — заключается в том, что язык нельзя понять вне тех функций, которые он выполняет как средство человеческой коммуникации, зависящей

от социального контекста, в котором она осуществляется. Один из основателей этого направления исследования, Б. Бернстайн, выделил различные формы речевых кодов, которые, по его мнению, характерны для английского рабочего класса и для средних слоев Англии и оказывают существенное влияние на процессы научения[34]. Бернстайн пытался выяснить, каким образом представители определенных слоев общества вырабатывают характерные для них способы использования речи для общения друг с другом. Казалось бы, это очень далеко от тех особенностей языка, которые занимали Уорфа, но Бернстайн особо подчеркивает свой долг перед Уорфом, работы которого раскрыли ему

> избирательное влияние культуры (осуществляющееся через общественные отношения) на *образование определенных форм* грамматики, а также семантическое и, соответственно, познавательное значение этих форм[35].

Идеи Уорфа продолжают жить в этой молодой и плодотворной области исследования, предметом изучения которой является то, как человек пользуется языком не только для социального общения, но и как орудием мышления.

---

[34] См.: *Bernstein B.* Social class, language, and socialization // The psychosociology of language / S. Moscovici (Ed.). Chicago: Mark-ham Publishing Co., 1972. P. 222—242.

[35] Там же. P. 224.

Учебное пособие

ОБЩАЯ ПСИХОЛОГИЯ

Тексты

В трех томах

Том 3

Субъект познания

Книга 2

Редактор *О. А. Захарова*
Корректор *В. Н. Субботина*
Верстка *О. В. Кокорева*
Дизайн обложки *В.Д. Ентинзон*

Издательство «Когито-Центр»
129366, Москва, ул. Ярославская, 13, корп. 1
Тел.: (495) 682-61-02
E-mail: post@cogito-shop.com, cogito@bk.ru
www.cogito-centre.com

Подписано в печать 08.10.12
Формат 70×100/16. Бумага офсетная. Печать офсетная
Печ. л. 37,0. Усл. печ. л. 47,96
Тираж 500 экз. Заказ
Отпечатано с готовых диапозитивов в ППП «Типография „Наука“»
121099, Москва, Шубинский пер., 6